



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO ã UFPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

ROSEMARY CORDEIRO TÔRRES BRITO

**RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR MINERAÇÃO A PARTIR DO USO
DE SEU REJEITO**

RECIFE

2015

ROSEMARY CORDEIRO TÔRRES BRITO

**RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR MINERAÇÃO A PARTIR DO USO
DE SEU REJEITO**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Pernambuco para obtenção do Título de
Doutor em Geografia.

Orientadora: Dra. Maria do Socorro Bezerra
de Araújo

RECIFE

2015

Catálogo na fonte

Bibliotecária Miriam Stela Accioly, CRB-4 1291

B862r Brito, Rosemary Cordeiro Tôres.

Recuperação de área degradada por mineração a partir do uso de seu rejeito. / Rosemary Cordeiro Tôres Brito, 2015.

72 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof. Dra. Maria do Socorro Bezerra de Araújo

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2015.

Inclui bibliografia e apêndices.

1. Geografia. 2. Degrada ambiental. 3. Sedimentos ã Mineralogia.. I. Araújo, Maria do Socorro Cordeiro Tôres. (Orientador). II. Título.

910 CDD (22.ed.)

UFPE (BCFCH2016-11)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



ROSEMARY CORDEIRO TÔRRES BRITO

**6 RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR MINERAÇÃO A PARTIR DO USO DO
SEU REJEITO 6**

Tese defendida e APROVADA pela banca examinadora:

Orientador: _____
Professora Maria do Socorro Bezerra de Araújo (UFPE)

2º Examinador: _____
Professor Fernando de Oliveira Mota Filho (UFPE)

3º Examinador: _____
Professora Josiclêda Domiciano Galvêncio (UFPE)

4º Examinador: _____
Professora Eugênia Cristina Gonçalves Pereira (UFPE)

5º Examinador: _____
Professora Gardene Maria de Sousa (UFPI)

RECIFE - PE
12/03/2015

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder a vida e me abençoar nessa caminhada.

À minha família, em especial, minha mãe Marisette (*in memorian*), minhas irmãs Graça, Edileuza e Rosângela e minhas netas Tammy Karoline, Maria Júlia e Camila sempre me incentivando, fazendo com que eu me mantivesse firme junto ao meu propósito.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de doutorado.

Ao programa Dinter UESPI/UFPE/PPGEO pela oportunidade em desenvolver um trabalho em Geografia.

À professora Socorro, pela orientação, simplicidade, boa vontade, paciência, sabedoria, respeito e grande aprendizado que me proporcionou.

À Empresa Rochas Ornamentais do Brasil Ltda, representada pelo Srs. Rubens e Ronaldo Moura, pela permissão do acesso às suas terras e instalações.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação pelos ensinamentos e pela grande contribuição na minha formação profissional.

Aos amigos da pós-graduação, principalmente Josélia, Fátima, Rita e Beneíldes pela convivência agradável, companheirismo e amizade prestada nesse período.

À Expedita, Edmo e Manuel Matos pela recepção acolhedora durante todos esses anos.

A todas as pessoas do meu convívio, agradeço o apoio a todas aquelas que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para que esse trabalho fosse realizado.

RESUMO

Os impactos ambientais resultantes da mineração estão relacionados aos efeitos dos processos erosivos e do acúmulo de depósitos de estéréis e rejeitos. Os objetivos deste estudo foram: 1 - determinar o efeito do rejeito, no desenvolvimento de quatro espécies vegetais *Senna acuruensis* (Benth.) H. S. Irwin & Barneby, *Anacardium occidentale* L., *Psidium guajava* L. e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard, de junho a outubro de 2012 e 2- obter dados do perfil socioeconômico do minerador local. O local de estudo, foi a área de mineração da Empresa Rochas Ornamentais do Brasil Ltda. (ECB), localizada no município de Castelo do Piauí, PI, com coordenadas (05°19'19S e 41°33'10W). Foi montado um experimento em casa de vegetação com vasos de 5 litros preenchidos com rejeito e com rejeito e esterco caprino na proporção 1:1, com quatro repetições. A metodologia aplicada para o diagnóstico do perfil socioeconômico do minerador foi a aplicação de um questionário sendo estruturado com perguntas objetivas de resposta única. As quatro espécies desenvolveram-se no rejeito, mas cresceram mais quando o substrato continha esterco, exceto *S. accuruensis*, espécie nativa na área. As espécies que apresentaram melhor desenvolvimento nos parâmetros avaliados foram *C. fairchildiana* e *A. occidentale*, considerando os dois tratamentos. *Senna acuruensis* apresentou o mais baixo desenvolvimento, embora seja uma espécie nativa e endêmica da área. Em geral, o rejeito condicionado com esterco trouxe benefício no desenvolvimento das espécies. Em relação à germinação, *A. occidentale* foi a que apresentou o maior percentual, nos dois tratamentos. Danos ambientais foram causados, estes são visíveis na paisagem da área minerada, especialmente no solo e na flora, muito embora seja importante como impulsionadores de forças sociais e de interesses econômicos, além de requererem um pensar político pautado na legalidade. Quanto ao perfil socioeconômico dos mineradores, estes apresentaram baixo nível de escolaridade, residindo em imóveis simples, porém próprios, a maioria com abastecimento de água e energia, são atendidos pelo Programa de Saúde da Família, e a maioria é natural do Piauí.

Palavras-chave: Degradação Ambiental. Sedimentos. Cobertura Vegetal.

ABSTRACT

The environmental impacts resulting from mining era related to the erosion process effects and from the accumulation of sterile and tailings. The aims of this study were: 1 - determine the tailing effect, on the development of four plant species *Senna acuruensis* (Benth.) H. S. Irvin & Barneby, *Anacardium occidentale* L., *Psidium guajava* L. e *Clitoria faischildiana* R. A. Howard from June to October, 2012 and 2- obtain data from socioeconomical profile of local miner. The place of study was the mining área of Rochas Ornamentais do Brasil Ltda. Company, located in Castelo do Piauí County with coordinates (05°19'19" S and 41°33'10" W). An experiment was set up in a greenhouse with vases of 5 litres, filled with tailings with goat manure on 1 : 1 proportion with four repetitions. the applied methodology to the diagnosis of miner socioeconomic profile was the application of a questionnaire being structured with objective questions of single response. the four species were developed in the tailig, but they grew more when the substrate contained manure, except *S. Accuruensis native* specie in the área. The species that presented better development on the evaluated parameters were *C. faischildiana* and *A. occidentale*, considering both treatment. *Senna accuruensis* presented the lowest development, although it is a native and endemic specie of the área. In general , the tailing conditioning with manure brought a benefit on the development of the species. In relation to the germination, *A. occidentale* was the one that presented the biggest percentual, on both treatmments. Environmental damage were caused, and these are visible on the setting of the mining área. especially in soil and flora, even though it is important as a driver of social forces and economical interests besides requiring political thinking based on legality. Regarding the economic profile of the miners, these ones present a low educational level, residing in simple real estate but their own, mosto of them with water supply and energy are attended by Family Healthy Program and most of them natural of Piauí

Keywords: Environmental Degradation. Sedment. Plant Cover

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização da área de estudo Castelo do Piauí, PI.	30
Figura 2	Ecorregião da Caatinga Complexo Campo Maior.	32
Figura 3	Área de extração mecanizada de quartzito, de forma organizada, onde o espaço de extração é separado do espaço de descarte do rejeito, causando dano ambiental de grande extensão. Mina localizada no município de Castelo do Piauí, PI.	34
Figura 4	Área de extração artesanal de quartzito, onde o rejeito é deixado dentro da mina, proporcionando germinação e crescimento de plantas nativas, causando dano ambiental de menor extensão em relação a extração mecanizada. Mina localizada no município de Castelo do Piauí, PI.	35
Figura 5	Vista aérea do cerrado rupestre, localizado na ECB	35
Figura 6	Altura das plantas de: A) <i>Anacardium occidentale</i> L. (cajuí); B) <i>Senna acuruensis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); C) <i>Psidium guajava</i> L. (goiaba); e D) <i>Clitoria fairchildiana</i> R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com e sem esterco.	46
Figura 7	Espessura do diâmetro do caule das plantas de: A) <i>Anacardium occidentale</i> L. (cajuí); B) <i>Senna acuruensis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); C) <i>Psidium guajava</i> L. (goiaba); e D) <i>Clitoria fairchildiana</i> R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com e sem esterco.	47
Figura 8	Número de folhas das plantas de: A) <i>Anacardium occidentale</i> L. (cajuí); B) <i>Senna acuruensis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); C) <i>Psidium guajava</i> L. (goiaba); e D) <i>Clitoria fairchildiana</i> R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com e sem esterco.	48
Figura 9	Altura das plantas de <i>Anacardium occidentale</i> L. (cajuí); <i>Senna</i>	

acuruensis (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); *Psidium* 49
guajava L. (goiaba); e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard
(sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação,
em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com
esterco.

Figura 10 Altura das plantas *Anacardium occidentale* L. (cajuí); *Senna*
acuruensis (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); *Psidium* 50
guajava L. (goiaba); e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard
(sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação,
em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito sem
esterco.

Figura 11 Espessura do diâmetro do caule das plantas de *Anacardium*
occidentale L. (cajuí); *Senna acuruensis* (Benth.) H.S.Irwin & 51
Barneby (besouro); *Psidium guajava* L. (goiaba); e *Clitoria*
fairchildiana R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de
cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de
mineração de quartzito com esterco.

Figura 12 Espessura do diâmetro do caule das plantas de *Anacardium*
occidentale L. (cajuí); *Senna acuruensis* (Benth.) H.S.Irwin & 51
Barneby (besouro); *Psidium guajava* L. (goiaba); e *Clitoria*
fairchildiana R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de
cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de
mineração de quartzito sem esterco.

Figura 13 Número de folhas das plantas *Anacardium occidentale* L. (cajuí);
Senna acuruensis (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); *Psidium* 52
guajava L. (goiaba); e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard
(sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação,
em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com
esterco.

Figura 14 Número de folhas das plantas de *Anacardium occidentale* L. (cajuí);
Senna acuruensis (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); *Psidium* 52
guajava L. (goiaba); e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard
(sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação,

em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito sem esterco.

- Figura 15** Área de extração artesanal de quartzito, abandonada, proporcionando acúmulo de água e causando dano ambiental. Mina localizada no município de Castelo do Piauí, PI. 56
- Figura 16** Distribuição comparativa do tempo de trabalho dos mineradores da ECB na atividade mineradora. 58
- Figura 17** Distribuição comparativa da composição de naturalidade dos trabalhadores da ECB. 59
- Figura 18** Distribuição comparativa da modalidade de transporte usada pelos mineradores da ECB. 60
- Figura 19** Distribuição comparativa da modalidade de abastecimento de água nas residências dos mineradores da ECB . 61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Atributos químicos do rejeito: rejeito sem esterco (RSE) e rejeito com esterco (RCE), antes do plantio.	42
Tabela 2	Atributos químicos do rejeito: rejeito sem esterco (RSE) e rejeito com esterco (RCE), depois do plantio com cajuí, goiaba, besouro e sombreiro.	42
Tabela 3	Germinação das espécies testadas em experimento em casa de vegetação, utilizando rejeito resultante da mineração de quartzito estratificado no município de Castelo Piauí, PI.	43
Tabela 4	Produção de fitomassa (g) das espécies testadas em função do tempo (120 dias) para os diversos tratamentos.	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 O espaço e sua produção	17
2.2 Os agentes produtores do espaço	18
2.3 Degradação ambiental por mineração	19
2.4 Aspectos ambientais e regulamentação para a atividade de mineração	21
2.5 A dinâmica do homem como critério das transformações socioambientais	23
2.6 Recuperação de áreas degradadas	24
2.7 Importância econômica das rochas ornamentais	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Caracterização da área de estudo	31
3.2 Amostragem e caracterização do rejeito	37
3.3 Experimento em casa de vegetação	37
3.4 Mineração de rochas e produção do espaço pelo uso dos mineradores	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 Caracterização do rejeito	42
4.2 Dados da germinação	45
4.3 Análise do desenvolvimento das plantas entre os tratamentos	46
4.4 Análise do crescimento das plantas entre as espécies	50
4.5 Matéria seca	54
4.6 Recuperação de área degradada	55
4.7 Rejeito de mineração de quartzito e produção do espaço pelo uso dos mineradores	56
4.8 Perfil socioeconômico dos mineradores	58
5 CONCLUSÕES	64
6 REFERÊNCIAS	65
APÊNDICES	72
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO	73

**APÊNDICE B - CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DO MINERADOR DA
EMPRESA ROCHAS ORNAMENTAIS DO BRASIL LTDA. COMO SUJEITO DA
PESQUISA 74**

**APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO E PARTICIPAÇÃO DA TÉCNICA
NA PESQUISA..... 75**

APÊNDICE D ã FOTOS..... 76

1 INTRODUÇÃO

A exploração dos recursos naturais é um processo que evolui gradativamente ao longo do tempo. Essa atividade atende aos anseios do homem, porém pode proporcionar alterações na paisagem natural e ainda gerar custos socioambientais (PÉLLICO NETTO; WEBER, 2008). Diante deste contexto, um ecossistema é considerado degradado quando, após perturbações, teve eliminado juntamente com a vegetação seus meios de regeneração bióticos, tais como o banco de sementes e de plântulas, a chuva de sementes, a capacidade de rebrota da vegetação e a camada mais superficial do solo. Um ecossistema com baixa resiliência pode não retornar ao estado anterior, ou retornar de forma muito lenta. Neste caso, a ação antrópica, para a recuperação é necessária, (CARPANEZZI et al., 1990).

Para a recuperação das áreas degradadas, resultado do uso inadequado do solo, pressupõe-se que seja potencializada a regeneração natural e a sucessão de espécies vegetais. Para o êxito desse processo é imprescindível compreender a dinâmica do ecossistema original e dos ciclos dos processos que ocorrem naturalmente (GÖTSCH, 1995). Ressalta-se que as espécies devem ser estudadas na perspectiva de serem inseridas pela lógica da sucessão natural, o que cria condições para uma nova e diferente composição, onde cada consórcio é determinado pelo anterior e assim sucessivamente (VAZ SILVA, 2001).

O conhecimento das características físicas e químicas do solo onde ocorrerá a recuperação é outro aspecto fundamental nesse processo. Boas produtividades não são alcançadas se houver efetivamente degradação dessas características. Os problemas mais recorrentes são: níveis tóxicos de metais, altas concentrações de sais solúveis, valores extremos de pH, deficiências nutricionais, compactação, encrostamento, baixa taxa de infiltração e retenção de água, alta temperatura na superfície, baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e atividade biológica restrita (WILLIAMS et al., 1990; SILVA, 1993).

A relação existente entre solo e planta é de completa dependência, ambos têm benefícios. O solo tem função de sustentação, de reservatório de água e de nutrientes para o ciclo vital das plantas. As plantas, por sua vez, promovem a cobertura do solo, protegendo-o contra a erosão e evaporação, fornecem matéria orgânica, atributo de muita importância para a formação, fertilidade e conservação do solo (PAIVA e ARAÚJO, 2012). É de fundamental importância que os solos sejam conservados para benefício das atuais e futuras gerações (FULLEN; CATT, 2004). A preocupação com a erosão é mundial, pois é ação causadora de muitos problemas, tais como, a perda da camada superficial e mais fértil do solo, perda da cobertura vegetal, redução de matéria orgânica, redução de infiltração e aumento do

escoamento superficial. Mesmo sendo um dos processos mais estudados e documentados, com inúmeras técnicas de manejo e conservação dos solos, tal problema persiste em diversas partes do mundo (THOMAZ e ANTONELI, 2008).

O Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente - PNUMA desenvolveu um projeto intitulado GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation), que estimou uma perda anual de solo agrícola por erosão da ordem de 6 a 7 milhões de hectares. Essa estimativa só foi possível graças aos estudos realizados, às coletas de dados de estações experimentais e, até mesmo de dados empíricos oriundos de monitoramentos existentes em várias partes do planeta. Essas estimativas por si só já explicariam a importância da adoção de pesquisas espalhadas por todos os países (GUERRA, 2001).

Inserida neste contexto, a mineração no Piauí se destaca no cenário da economia brasileira contribuindo com 5,6 % do Produto Interno Bruto (CEPRO 2008). Entre os 450 jazimentos minerais cadastrados no Estado até 2010, predominam os pertencentes à classe das substâncias não metálicas, como areia e cascalho, que na maioria das vezes são explorados por pequenas empresas, e argilas, rochas ornamentais, rochas britadas, calcário, dolomito e vermiculita cuja exploração envolve empresas melhor estruturadas (PTALTZGRAFF et al., 2010). Entre as rochas ornamentais destaca-se a pedra morisca também chamada de pedra do castelo, encontrado nos municípios de Juazeiro do Piauí, Castelo do Piauí (local da pesquisa), Piripiri e Pedro II (PTALTZGRAFF et al., 2010).

Entende-se por mineração o conjunto de atividades que objetivam assegurar economicamente, com a menor perturbação ambiental possível, a justa remuneração e segurança, a máxima utilização dos bens minerais naturais descobertos (jazidas), criando procedimentos adequados para a sua exploração e comercialização (FARIAS, 2002).

Planos de minimização de impactos ambientais, bem como a adoção de medidas mitigadoras desses impactos devem ser implementadas e avaliadas. Estas medidas podem ser desde simples mudanças operacionais para um melhor ambiente de trabalho, como o controle de poluição (poeira e ruído), até alterações nas operações visando menor agressão ao meio ambiente. Também devem ser desenvolvidas ações que promovam e facilitem a atividade de reflorestamento, como bancos de armazenamento de sementes e ou armazenamento da camada superficial do solo. As empresas mineradoras, por determinação constitucional, devem recuperar suas áreas degradadas em virtude das atividades pertinentes às operações de exploração de mina, com a obrigatoriedade de elaboração de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e Planos Técnicos de Recuperação da Flora (PTRF), entre outros

documentos legais e integrantes dos licenciamentos ambientais para atividades que afetam a vegetação nativa (BRASIL, 1988).

Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí são dois polos de exploração de pedras ornamentais no Piauí, com produção que abastece o mercado local, alguns países da América do Sul e Europa. Tais conhecimentos subsidiam o uso planejado através de programas que podem orientar o monitoramento dos impactos oriundos da ação antrópica, além de auxiliar a elaboração de planos e estratégias de exploração com base nas potencialidades e limitações dos sistemas ambientais da região.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o rejeito de mineração para recuperação de áreas degradadas por atividades de mineração no município de Castelo do Piauí e caracterizar aspectos socioeconômicos dos mineradores da Empresa Rochas Ornamentais do Brasil Ltda.

Como objetivos específicos foram estabelecidos: a) Avaliar a composição química do rejeito resultante da exploração de quartzito; b) Analisar o desenvolvimento de quatro espécies vegetais, comumente presentes em áreas com mineração no Piauí, utilizando rejeito simples e rejeito combinado com esterco e c) Analisar a situação socioeconômica e ambiental do minerador da Empresa Rochas Ornamentais do Brasil Ltda. (ECB).

A presente pesquisa mostra as inter-relações dos agentes envolvidos neste conjunto de fatores ambientais, conjugados aos socioeconômicos, que formam conflitos, em especial os impactos ambientais e conflitos socioambientais associados à mineração local de Castelo do Piauí.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O espaço e sua produção

O espaço geográfico tem sua organização articulada pelo homem que vive em sociedade e, cada sociedade tem um olhar diferente do espaço, de forma que estará sempre ligada às suas concepções sociais e culturais. Isto é afirmado por Santos (1998), quando diz que a utilização do território pelo povo cria o espaço. O dinamismo humano, com seu modo de viver e trabalhar corresponde ao espaço social. Santos (2004) analisou o espaço fragmentado e o chamou de espaço nacional das empresas internacionais, ainda se preocupou com as redes construídas pelas empresas globais que são detentoras de um conhecimento profícuo das propriedades por elas apropriadas. A exploração e beneficiamento das rochas ornamentais brasileiras, dentre outras, permite fazer ódivisã dos recursos naturais e econômicos com o restante do mundo.

O espaço geográfico é o resultado de um processo permanentemente de construção social e nesse processo as suas formas, funções e estruturas são re-configuradas, de acordo com as ações da sociedade (SANTOS, 1998), produzindo paisagens diversas. Nesse sentido, é preciso que o espaço geográfico seja analisado em seu dinamismo complexo, tanto em nível abstrato, quanto em nível concreto (CASTILHO, 2003a), visto que, para a compreensão da totalidade, é preciso que também se conheça o particular. Segundo Santos (1998), os territórios são organizados em subespaços articulados, compondo assim, o espaço global. o mesmo autor considera que o espaço é indivisível dos seres humanos que o habitam e que o modificam todos os dias, através de sua tecnologia. Em sua concepção, o espaço era simultaneamente forma, como o relevo e função, como o processo de ações humanas que constroem e desconstroem a paisagem. Esta noção do espaço como um conceito mesclado, em permanente mudança, está na base de sua síntese: o espaço é um conjunto de objetos e um conjunto de ações. Síntese completa e de inúmeras consequências.

A noção de sistema é utilizada por Santos (2004), em sua obra *A natureza do espaço*, reforçando que a Geografia deve se ocupar de um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações. Assim sendo, como os objetos são tomados de ações, estas são imbuídas de artificialidade. A Geografia tem sua prerrogativa no exercer manipulações em seu objeto de estudo; objeto este, que Santos (2004) constitui da seguinte forma: *O espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no*

qual a história se dá (SANTOS 2004, p. 63). O autor continua relatando sobre a dinâmica e transformação espacial, os sistemas de objetos e sistemas de ações interagem, de um lado, os objetos condicionam a forma como se dão as ações e, de outro lado, o sistema de ações leva à criação de objetos novos ou se realiza sobre objetos preexistentes.

Eis que a globalização anuncia bons prognósticos para uma sociedade mais igualitária. Para Santos (2004), nunca existiu na história, tanta condição técnica para o desenvolvimento de uma sociedade mais humana. Existe tanta tecnologia que poderia ser usada em prol da sociedade, salvando vidas, promovendo bem-estar social, gerindo desenvolvimento e economia igualitária como nunca visto, e que jamais deveria ser utilizada para benefício de poucas empresas e poucos Estados. Isto posto, a mesma materialidade, atualmente utilizada para construir um mundo confuso e perverso, pode tornar-se uma condição da construção de um mundo mais humano (SANTOS 2004, p. 63).

2.2 Os agentes produtores do espaço

Ressalta-se que no contexto do espaço fragmentado e articulado surge a cidade como centro de atração. Seus benefícios e atrativos são mascarados quando da melhoria de vida e bem-estar social, pois na contramão das vantagens a cidade torna-se repulsiva e excludente, pela urbanização que mostra o lado desumano do espaço a partir da especulação oriunda de grupos que detém o poder do solo e do capital. Como relatou Corrêa:

[...] tais usos definem áreas, como o centro da cidade, local de concentração de atividades comerciais, de serviços e de gestão, áreas industriais, áreas residenciais distintas em termos de forma e conteúdo social, de lazer e, entre outras, aquelas de reserva para futura expansão. Este complexo conjunto de usos da terra é, em realidade, a organização espacial da cidade ou, simplesmente, o espaço urbano, que aparece assim como espaço fragmentado (CORRÊA 1995, p. 07).

Desse modo a produção do espaço urbano é vinculada diretamente aos interesses de seus agentes e partícipes, fruto das relações simbólicas e de conflitos que o capitalismo promove em suas múltiplas identidades.

Assim como os agentes produtores do espaço urbano, representados pelos proprietários do meio de produção, proprietários fundiários, promotores imobiliários e o Estado (CORRÊA, 2000), também os têm o espaço rural, como os empresários, mineradores, agricultores, pecuaristas e o Estado, que tecem relações conflituosas e de pouca cooperação. Na produção do espaço de exploração da pedra de castelo os agentes sociais têm seus atos regulamentados por meio jurídico através do Estado. Isto posto, são comuns os conflitos

existentes entre os proprietários de terras com potencialidades de exploração mineral ou agricultáveis, embora os interesses comuns sejam mais fortes, como a especulação, exploração e consumo, na complexidade capitalista estes agentes produtores do espaço mostram-se integrados e de posse de estratégias poderosas.

2.3 Degradação ambiental por mineração

A exploração de rochas ornamentais ou não promove a degradação da vegetação endêmica, a estrutura e composição do solo, gerando um ambiente inóspito à germinação, crescimento e desenvolvimento de plantas devido a fatores como a baixa capacidade de retenção de água e incapacidade de fornecer nutrientes às plantas, por ser um ambiente exaurido de nutrientes disponíveis (WILLIAMSON et al., 2011).

Áreas degradadas são aquelas que perderam a capacidade de se recuperar por si só, necessitando a realização de trabalhos de revegetação e, ou, enriquecimento da área (PIÑA-RODRIGUES; REIS; MARQUES, 1997; ARAÚJO et al., 2013). É complexo o processo de avaliação da extensão e da intensidade de áreas degradadas, pois o conceito de solo degradado não está claramente definido. Atividades que causam grandes distúrbios, como as minerações e as áreas de empréstimo para a construção de barragens e aterros têm nítida caracterização, mas em áreas em que a degradação ocorre de forma lenta não (DIAS; GRIFFITH, 1998).

As principais consequências resultantes da atividade de mineração inadequada no Brasil foram abordadas por Dias (1999), quando mencionou os principais impactos negativos sobre o ambiente físico, resultado do processo de mineração, os quais são: a falta de um lugar definido como local de bota-fora dos rejeitos e a utilização de monitores hidráulicos para efetuar o desmonte da cobertura do solo, que têm como consequência volumes enormes de lama para cursos de água, causando turbidez elevada à jusante das matas ciliares; a utilização dessas áreas como depósito dos rejeitos ou estéreis; o desprezo da terra fértil, o desperdício de águas perenes e pluviais.

Especificamente na indústria de mineração, são consideradas as principais fontes de degradação: a deposição de grandes volumes de rejeitos decorrentes do processo de beneficiamento e a deposição do material estéril ou inerte, não aproveitável, proveniente do decapeamento superficial do solo (IBRAM, 1987), além da retirada das camadas superficiais do solo. Os estéreis são gerados pela extração ou lavra no decapeamento da mina, caracterizando materiais escavados e retirados para atingir os veios do minério, sem valor

econômico e geralmente disposto em pilhas. Os rejeitos são resíduos provenientes dos processos de beneficiamento a que são submetidos os minérios (BOSCOV, 2008).

Outros aspectos inadequados da atividade mineradora são a poluição de águas superficiais devido a utilização do mercúrio de forma inadequada, o que resulta no aumento da turbidez da água, os rejeitos ricos em arsênio, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas pela drenagem ácida proveniente de antigos depósitos de rejeitos o uso futuro do terreno geralmente comprometido devido à ocupação desordenada de áreas alagadas, a destruição da mata ciliar, poluição sonora decorrente do uso de transporte pesado, a mineração em áreas de cavernas com impactos no patrimônio espeleológico, a utilização da lenha como fonte de energia e a destruição dos leitos dos rios (FARIAS, 2002).

Existem também os impactos ambientais sobre a superfície do terreno: comunicação das galerias com a superfície, a extração de seu material e seu transporte, o sistema de ventilação e implantação de infraestrutura na superfície; qualidade do ar influenciada pela produção de pó no manejo dos minerais, causando danos à flora, ao solo e aos recursos hídricos; acidificação da água, que prejudica o homem e os ecossistemas frágeis; rebaixamento do solo e deposição final inadequada de resíduos decorrentes das lavras (DIAS, 1999).

A destinação final dos resíduos da atividade de extração das rochas ornamentais é um dos maiores desafios ambientais. Tal questão tem recebido muita atenção nas últimas décadas, tanto em função das leis ambientais quanto dos movimentos ecológicos, fazendo com que todo o sistema produtivo atenda às exigências de manejo e gerenciamento adequado dos resíduos gerados pelas suas atividades industriais (MARQUES, 2001).

Existem vários locais já abandonados pela atividade extrativista mineral, onde presencia-se um claro rastro de degradação ambiental. Nesses locais existem cicatrizes deixadas no solo que são transformadas em imensas crateras por processos erosivos e são focos de acumulação de lixo e geração de doenças (VIANA; ARAÚJO, 2006). Daí a necessidade de revegetação na área em recuperação, pois a ciclagem de nutrientes repõe ao solo gradativamente a matéria inorgânica necessária ao equilíbrio ambiental. No município de Castelo do Piauí há crateras e focos de erosão causados pela extração do quartzito (ALBINO, 2005).

Pode-se pensar a degradação ambiental não só no limite de ecossistema, mas principalmente na articulação social. A Resolução 001 de 23 de setembro de 1986, em seu Artigo 1º, promulgada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define legalmente impacto ambiental como: óqualquer alteração das propriedades físicas, químicas e

biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetem: I ã a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II ã as atividades sociais e econômicas; III ã a biota; IV ã as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V ã a qualidade dos recursos ambientaisô.

Na maioria das áreas degradadas o que se percebe não é mais solo, mas uma matriz de material mineral, de pobre estrutura física, pouca ou nenhuma matéria orgânica e quantidade muito pequena de nutrientes para as plantas (VIANA; ARAÚJO, 2006). Se uma cobertura vegetal puder ser estabelecida, iniciar-se-á o processo de formação do solo por meio das alterações químicas, físicas e biológicas do próprio solo, promovidas pela atividade das plantas (SILVA JÚNIOR e MARTINS, 2000). A falta de matéria orgânica constitui um dos principais problemas da recuperação dessas áreas degradadas. Desta forma, o armazenamento e a reutilização da camada fértil do solo produzem excelentes resultados (ALMEIDA 2006), porém essa é uma técnica dispendiosa e difícil, em virtude da pouca profundidade dessa camada nos solos tropicais ou da acentuada declividade do solo em muitas minas.

2.4 Aspectos ambientais e regulamentação para a atividade de mineração

No Brasil, a obtenção do Licenciamento Ambiental (LA) é obrigatória para a localização, instalação ou ampliação e operação de qualquer atividade de mineração, objeto dos regimes de concessão de lavra e licenciamento. Esse licenciamento está regulado pelo Decreto nº 99.274/90, que dá competência aos órgãos estaduais de meio ambiente para expedição e controle das seguintes licenças:

Licença Prévia (LP) - pertinente à fase preliminar do planejamento do empreendimento de mineração e contém os requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso de solo. Observa as diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e também os critérios e padrões estabelecidos pelo órgão estadual de meio ambiente. A concessão ocorre quando a empresa faz o EIA (Estudo de Impacto Ambiental) e o RIMA (Relatório de Impacto Ambiental);

Licença de Instalação (LI) - autoriza o início de implantação do empreendimento mineiro, de acordo com as especificações constantes do Plano de Controle Ambiental aprovado. É concedida quando a empresa apresenta o PCA (Plano de Impacto Ambiental);

Licença de Operação (LO) - autoriza, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos e instalações de controle de

poluição, de acordo com o previsto na Licença Prévia e de Instalação. Esta é a licença que concede o início da fase da lavra.

A partir de 1989, todas as empresas de mineração têm obrigação de apresentar ao órgão ambiental municipal um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), que predetermina a adoção de procedimentos para o adequado estabelecimento ou restabelecimento da cobertura vegetal nas áreas degradadas (ALMEIDA, 2006). Contudo, a aplicação dos procedimentos propostos nos PRADs encontra dificuldades relativas ao manejo do solo e das plantas, que chegam a afetar e até mesmo comprometer o sucesso da reabilitação da área revegetada (SILVA JÚNIOR; MARTINS, 2000). Apesar da exigência legal de recuperar as áreas degradadas pela mineração já existir há vários anos persistem as dificuldades tanto técnico-gerenciais, quanto econômicas em desenvolver adequadamente as atividades de recuperação.

O rigor dos procedimentos descritos nos PRADs muitas vezes não é cumprido na prática e, em muitos casos, seus resultados ficam aquém do planejado e esperado (BITAR, 1997). Algumas empresas implantam projetos efetivos de recuperação ambiental, mas se deparam com a falta de conhecimento técnico para realizá-los adequadamente, e principalmente no que se refere aos procedimentos de recuperação da vegetação (SILVA JÚNIOR; MARTINS, 2000). Raramente tem sido implementado o modo sistemático no acompanhamento, na fiscalização e na avaliação dos resultados da implantação de medidas de recuperação ambiental em minerações. São múltiplas as razões para a pouca importância atribuída à etapa de acompanhamento dos projetos (DIAS; SÁNCHEZ, 2001), especialmente a dificuldade de se estabelecer parâmetros ou critérios de avaliação do desempenho das empresas quanto à execução da recuperação de áreas degradadas.

Para a extração mineral, o ponto mais crítico é a perda da matéria orgânica da camada superficial do solo, o que acarreta vários problemas: a retirada da biota, o comprometimento da disponibilidade hídrica, e do suprimento de nutrientes essenciais às plantas como P, K S, Ca, Mg e, principalmente o nitrogênio (PAIVA; ARAÚJO, 2012). A matéria orgânica contida no solo contribui com o aumento da infiltração de água, reduzindo consideravelmente a ocorrência do escoamento superficial e da erosão (GUERRA, 2001).

2.5 A dinâmica do homem como critério das transformações socioambientais

Segundo George (1993, p. 14), só há Geografia porque há homens na Terra. A Geografia só interessa na medida em que ajuda a compreender como os homens nela vivem, nela podem sobreviver apesar da sua dimensão e de seus conflitos. Dessa forma, a conscientização do relacionamento entre os homens e o meio ambiente é necessária, tanto com relação à proteção como à manutenção dos recursos naturais que vêm, ao longo dos anos, sofrendo transformações intensas em virtude da ação humana. Romero e Jiménez (2002) destacaram que a análise das paisagens, em sua dinâmica e inter-relações, deixa em alerta o homem no sentido de refletir e verificar que as intervenções antrópicas podem ser mais danosas do que se calcula. O homem busca adequar a natureza às suas ambições e com isso provocam alterações drásticas algumas delas negativas e irreparáveis. Assim sendo, essa análise do espaço assume importância relevante no âmbito da geografia moderna, na medida em que contribui para a implantação de uma gestão ambiental que promova a preservação dos recursos ambientais.

O impacto ambiental é, simultaneamente, produto e produtor de impactos, ou seja, ele pode ser resultado de ação sobre o meio e ser relação de mudanças sociais e ecológicas (COELHO, 2001). O autor continua afirmando: Na produção dos impactos ambientais, as condições ecológicas alteram as condições culturais, sociais e históricas, e são por elas transformadas (COELHO, 2001, p. 25). Enquanto Claval (1999), atribuiu ao homem a responsabilidade de transformação do meio, bem como de impor transformações diferenciadas, preocupando-se mais com os sistemas culturais do que com os elementos naturais do meio.

Com a visualização da diversidade espacial da paisagem, compreendesse o espaço geográfico numa relação de composição/decomposição/recomposição da totalidade. Daí surge possibilidade de compreensão do todo investigado, numa relação em constante transformação, contraditória e completa, compreendendo que não se pode interpretar uma parte desconsiderando o todo. Os ciclos biogeoquímicos revelam uma desordem, que ao contrário da desordem termodinâmica associada à degradação da energia, seria de caráter constitucional, inerente à própria existência da matéria física (MORIN, 1991).

Tem-se discutido as evidentes mudanças ocorridas no espaço mundial, tanto quanto os arranjos dos objetos espaciais, quanto a organização social e suas ações. Sabato (1993) relatou que o dinheiro e a razão são pilares que alicerçaram as engrenagens do mundo atual e favoreceram ao homem superar o naturalismo em busca de maior produção, fazendo com que

a massa humana produza como se fosse máquina. Isto ocorre por causa da principal característica do sistema capitalista de produção, que é balizado pela busca do crescimento econômico a qualquer custo e consorciado com a exploração do trabalho, com o intuito de produzir um espaço, voltado, sobretudo, aos interesses do acúmulo de capital.

Assim sendo, o impacto ambiental vem sendo feito com o propósito explorativo, na mesma medida em que o espaço urbano, evolui num processo de globalização que é, ao mesmo tempo, contraditório porque, segundo Bauman (2001), faz com que a cidade perca sua essência de civilidade. E explicita a condição moderna é estar em movimento. A opção é modernizar-se ou perecer (BAUMAN, 2005).

O homem não pode ser excluído do meio ambiente, mas um homem qualificado pelas suas relações sociais, cultura, ideário, mitos, símbolos, utopias e conflitos, um homem que, simultaneamente, é produtor e usuário do meio ambiente, mas também por meio dele, algoz e vítima (CORRÊA, 2005).

As reflexões aqui tecidas de ordem mais geral conduzem, a constatações óbvias de que a natureza foi e é, para a sociedade, um objeto a ser manipulado, explorado e dominado pelo sujeito homem. Este dueto remete ao questionamento dos estudos de impactos ambientais. O sujeito que ora domina, pode ser dominado através de ações que, por vezes são impactantes ao meio ambiente com sérias consequências ao homem. Vê-se pela dinâmica do processo de integração entre homem-natureza que há necessidade de sensibilização ambiental e de ações integradas do urbano, como elementos de muita importância para construção de um espaço urbano adequado e viável às condições socioambientais.

A relação existente entre a natureza e o homem, tem deixado ao longo de seu transcurso histórico um rastro de destruição da paisagem original, causando impactos ambientais tanto positivos, quanto negativos mostrando que a era pós-moderna tem acelerado cada vez mais esse desgaste dos espaços naturais e que se agravam com maior intensidade nos espaços urbanos, o que possibilita um refletir sobre a necessidade de um planejamento pautado na legalidade.

2.6 Recuperação de áreas degradadas

Para compreender o impacto ambiental é preciso reconhecer as células constitutivas de sua estrutura e os processos gerados do seu dinamismo, causando transformações constantes. Sobre a reabilitação propriamente dita de áreas degradadas, os processos de revegetação podem empregar duas técnicas distintas: restauração e reabilitação. A restauração compõe-se

de um conjunto de tratamentos que visam recuperar a forma original do ecossistema (RESENDE; KONDO, 2001) e geralmente, é recomendada para ecossistemas raros e ameaçados e demandam mais tempo e maiores recursos. A reabilitação consiste de tratamentos que buscam a recuperação de uma ou mais funções do ecossistema, que podem ser econômicas e/ou ambientais (VAZ SILVA, 2001) e baseia-se na remodelagem dos contornos topográficos, na reposição das camadas férteis do solo e na posterior revegetação. A revegetação, terceiro passo da recuperação das áreas mineradas, deve ser feita em conformidade com as premissas estabelecidas pelo processo de sucessão ecológica (RODRIGUES; GANDOLFI, 1998).

Sabe-se que ocorre grande dificuldade para estabelecimento de uma vegetação inicial (GÖTSCH, 1995). Para tanto, deve-se utilizar espécies que apresentem rusticidade e que sejam agressivas o bastante para crescerem e se desenvolverem em ambientes hostis e, especialmente, que apresentem características que contribuam com o reequilíbrio e estabilização do ecossistema, proporcionando a ação de mecanismos e processos de colonização e integração da biota (RESENDE e KONDO, 2001).

Em áreas com limitações ambientais a prática da sucessão ecológica, a recuperação pode ser promovida através da inserção de espécies facilitadoras, que atendam às condições hostis do ambiente como a capacidade de se estabelecer em condições limitantes, ser de fácil crescimento, promover a atração da fauna e dispor da decomposição de serapilheira (OZÓRIO, 1999)

Para a revegetação de Áreas de Proteção Permanente (APPs) degradadas, recomenda-se a aplicação do modelo sucessional, que separa as espécies vegetais em grupos ecológicos com funções diferentes e características comuns na dinâmica da floresta (WEST et al., 1981; SWAINE; WITHMORE, 1988). Para o plantio, quanto maior diversidade de espécies nativas melhor, recuperando tanto a estrutura quanto a dinâmica da floresta (RODRIGUES; GANDOLFI, 1998). A Resolução SMA 21/01 determina que no mínimo devam ser plantadas 30 espécies diferentes por hectare.

Uma das condições para ocorrer sucessão ecológica é consubstanciada inicialmente pelo solo ou pela qualidade do substrato, que via de regra é a base para a recuperação ambiental. Do ponto de vista sucessional, a presença da camada superficial com elevados teores de matéria orgânica, promovem e dinamizam o desenvolvimento do vegetal, pois são fontes de nutrientes e de sementes da vegetação local. A quantidade de matéria orgânica decresce com a profundidade do solo e varia consideravelmente entre os solos, em diferentes

sítios (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002). A matéria orgânica melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo (PAIVA; ARAÚJO, 2012).

A avaliação do sucesso de um programa de revegetação pode ser feita segundo diversos pontos de vista. Quanto ao aspecto geral da vegetação, o porte dos espécimes arbóreos, a diversidade do sub-bosque e sua germinação são parâmetros que podem ser de fácil julgamento aos olhos do especialista ou do profissional experiente, mas podem ser pouco úteis para fins de gestão ambiental. Essa avaliação pode ser feita mediante o uso de indicadores de desempenho. Para tanto, devem ser recolhidos critérios que forneçam uma informação agregada e sintética sobre algum aspecto da própria vegetação ou do solo, como por exemplo, a qualidade e quantidade da serapilheira (OZÓRIO, 1999). Esses critérios podem aumentar a eficiência da cobertura vegetal na proteção dos solos, da produtividade dos ecossistemas ou mesmo em sua função como refúgio da biota.

Griffith et al. (1996) consideraram o plantio de leguminosas arbóreas de rápido crescimento de fundamental importância, visto que são capazes de formar em curto prazo a cobertura vegetal. A maioria destas espécies, abundantes e diversificadas no Brasil, produz grandes quantidades de biomassa e seu aporte de matéria orgânica contribui significativamente ao incremento de carbono e nutrientes no solo, principalmente o nitrogênio. Para Griffith (1980), a única maneira de se mitigar os impactos no solo, causados pela mineração, é pelo restabelecimento de uma cobertura vegetal perene sobre o local degradado em curto tempo posto que o processo de sucessão demora muito, enquanto a erosão é imediata e acelerada, perpetuando o processo de degradação.

Para que ocorra a reabilitação de uma área degradada é necessária a manipulação ampla de fatores e interações bióticas e abióticas em um ecossistema, que promovam sua dinâmica e garantam sua auto-sustentabilidade e que dê uma conotação mais ecológica ao ambiente. Ressalta-se que a finalidade da reabilitação é procurar minimizar os impactos das atividades degradantes e restaurar as condições ecológicas, de forma a se aproximar o máximo possível da preexistente (SILVA JÚNIOR; MARTINS, 2000). Sejam quais forem as finalidades às quais se propõem um projeto de recuperação, suas ações recuperadoras devem ser o uso de medidas de proteção do solo, proporcionando primordialmente a reestruturação ou formação de uma vegetação de cobertura (RESENDE; KONDO, 2001).

Alguns fatores podem influenciar o desenvolvimento das plantas de um determinado experimento: o nível de degradação do solo, a espessura da camada superficial do solo, o clima (a duração do período seco em climas estacionais), o manejo do solo, o tratamento da paisagem (controle de erosão e recomposição topográfica realizada), a profundidade da cava,

além do tamanho da muda a ser plantada (PAIVA; ARAÚJO, 2012). Respeitando-se as diferenças nas características do ambiente e na metodologia empregada onde os experimentos de recuperação forem executados, podem-se estabelecer comparações do crescimento, desenvolvimento e taxa de mortalidade das espécies, procedimento que pode identificar aquelas que se desenvolvem melhor na recuperação de áreas degradadas.

A recuperação de uma determinada área degradada por qualquer que seja o empreendimento, pode ser definida como o conjunto de ações necessárias para que a área volte a se encontrar apta para uso produtivo em condições de equilíbrio ambiental. Para se obter novo uso da área, a mesma tem que apresentar condições de estabilidade física e química. Ao uso pós-mineração, podem ser adicionados elementos de estabilidade geológica, como áreas destinadas a reflorestamento e conservação ambiental.

Neste caso específico, as ações do homem devem ter início ao se planejar a mina, finalizando quando as relações entre biota e solo encontrarem equilíbrio e condições de sustentabilidade, pois, minerar é assegurar economicamente, com menor perturbação ambiental, justa remuneração e segurança, a máxima observância do princípio da conservação mineral a serviço do social (OLIVEIRA JR; COELHO, 1994). Embora negligenciada por muito tempo, a questão ambiental vem sendo imposta de maneira gradativa e irreversível, como requisito preponderante nas modernas concepções de projetos de exploração mineral.

A mineração é um segmento muito efetivo na economia brasileira, mas causa, dentre outros agravos ao meio ambiente a erosão hídrica. Esta conceitualmente é um processo prejudicial e complexo que se manifesta com diversas intensidades, dependendo do clima, solo, topografia, vegetação, uso do solo, práticas conservacionistas complementares e atividade do homem. É o desgaste do solo de forma acelerada em função do manejo inadequado e tem como causa principal a falta de cobertura vegetal (PAIVA; ARAÚJO, 2012). Segundo ARAÚJO et al., (2013) a forma mais comum de erosão é a perda da camada superficial do solo pela ação da água e/ou vento.

Existem dois tipos de erosão, pluvial e eólica. A primeira se inicia com o choque das gotas de chuva no solo desnudo o que pode desacomodar e mover as partículas do solo. No início do escoamento superficial, a água segue seu curso em pequenas canaletas que podem erodir e evoluir para pequenos canais denominados de ravinas. Essas podem coalescer em canais maiores e mais profundos, chamados voçorocas, de difícil reparação (ARAÚJO et al., 2013). A magnitude das perdas de solo por erosão depende de uma série de fatores, dentre os quais destacam-se a cobertura vegetal e a declividade da área (COGO et al., 2003).

A pobreza de nutrientes e a presença de altas concentrações de alumínio no solo, aliadas às mudanças físico-hídricas, criam na área erodida condições difíceis para o estabelecimento e manutenção de cobertura vegetal. O escoamento superficial transporta as sementes que são depositadas no interior da mancha degradada. Apenas espécies mais adaptadas às condições de solos degradados, como *Aristida pallens* Cav. (capim barba-de-bode), *Andropogon* sp L. (capim rabo-de-burro) e *Miconia* Ruiz & Pav. (vassourinha) conseguem se estabelecer nas bordas da área degradada (THOMAZ; ANTONELI, 2008).

O baixo teor da matéria orgânica e a inexistência de cobertura vegetal sobre o solo expõem os agregados a constantes ciclos de umedecimentos, afetando sua estabilidade. Logo, facilitam o processo de desagregação de partículas causado pelo salpico e fluxo difuso. Deste modo, potencializam e ampliam o processo erosivo na área degradada. A maior densidade da cobertura vegetal pode reduzir os efeitos erosivos naturais e aumentar a fertilidade do solo, atuando também na estabilidade dos agregados e promovendo maior resistência à ação desagregadora da água (GUERRA, 2001).

Relevante atenção deve ser dada às práticas que melhoram o processo de recuperação de solos de áreas degradadas pela atividade de mineração, as quais envolvem a descompactação e medidas de conservação, a reposição da camada superficial original, correção da acidez, adubação química e reflorestamento nativo (TOY et al., 2001). O resgate da flora nativa em áreas degradadas mediante o uso da camada superficial do solo é medida internacionalmente aceita e indicada (GRIFFITH, 2007).

Em muitos países, a aplicação de cobertura morta é uma técnica comum e utilizada com êxito na redução da erosão do solo após um incêndio. Neste caso, o ómulchô fornece uma cobertura ao solo imediatamente após a queimada, com efeito protetor e redução do impacto da gota de chuva, evitando a impermeabilização do solo, promovendo a infiltração e retardando o escoamento (COVERT, 2010).

A via mais importante do ciclo biogeoquímico (relação dos nutrientes no sistema solo-planta-solo) é constituída pela produção de serapilheira e a devolução de nutrientes nos ecossistemas florestais. Este ciclo é caracterizado, no primeiro estágio, pela absorção de nutrientes pelas raízes e pela sua distribuição nas diferentes partes da planta, sendo a taxa de absorção de nutrientes maior no período em que as árvores se encontram em estágio juvenil, que corresponde ao período de maior produtividade dentro do processo de sucessão (KIMMINS, 1987). Em estádios subsequentes, os nutrientes são transferidos novamente ao solo, pela deposição de serapilheira (POGGIANI; SCHUMACHER, 2000).

Muito embora, existam perdas no processo de ciclagem de nutrientes ocasionados pela lixiviação de folhas, ramos, sementes e troncos pela ação da chuva, erosão, denitrificação, colheita florestal e fogo, essas perdas podem ser compensadas pelo material formador pela chuva ou pela atmosfera (GOLLEY et al. 1978). Dos nutrientes do solo que são assimilados anualmente pela vegetação apenas cerca de 10% têm origem do intemperismo da rocha-mãe; a maior parte é disponibilizada às plantas pela decomposição da serapilheira e pelas moléculas orgânicas do perfil do solo (RICKLEFS, 2003).

2.7 Importância econômica das rochas ornamentais

Ao longo da história, o homem sempre fez uso das rochas, elementos que sempre se mostraram como alternativas em termos de material para construções, principalmente de moradias, templos, armas, ferramentas, sistemas de transporte, sistemas de defesa e aquedutos. Várias civilizações antigas tiveram marco histórico que foram feitos com o uso de rochas, há centenas ou até mesmo milhares de anos, como as famosas pirâmides do Egito, o Coliseu de Roma e a muralha da China.

O Brasil encontra-se em uma situação privilegiada na produção mundial de minerais. Dentre tantos, destacam-se as rochas ornamentais com destaque de 8,2% no ranque mundial (DNPM, 2006). Segundo Abirochas (2015), a produção brasileira de rochas ornamentais teria somado 10,13 milhões de toneladas em 2014. No entanto, os países com maior tradição e que atuam de forma marcante na indústria de rochas ornamentais estão na Europa, como França e Espanha, que além da tradição, detêm o domínio das técnicas de extração, beneficiamento e produção de equipamentos utilizados no setor.

Existem no Piauí, alguns minerais em apreciável quantidade e fundamentais para o seu desenvolvimento. Nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí a atividade de extração de pedras ornamentais é exercida há mais de três décadas, principalmente pela parcela mais pobre da população local (ALBINO, 2005). Nos dois municípios existem nove minas extrativistas ativas, das quais seis são registradas com CNPJ e inscrição estadual, enquanto as demais são irregulares. A valorização da rocha ornamental, antes de aceitação apenas no mercado local e regional, agora extrapola limites além do território brasileiro, trazendo inclusive empresas de capital estrangeiro que incorporaram técnicas mecanizadas de exploração e beneficiamento do produto final que resultaram em maior produtividade e rendimento, fato que gerou conflitos pelo uso e ocupação do solo dessas áreas (ALBINO, 2005).

Há ocorrência de galena em Monsenhor Gil, cobre no município de Valença e opala explorada comercialmente em Pedro II. Ocorrem ainda ófolhelhosô da formação Longá, no município de Castelo do Piauí que são comercializados com a finalidade de revestimento e piso, sendo conhecido regionalmente como pedra de castelo (LINS, 1978). Existem outros minerais no Piauí, como calcário dolomítico, atapulgita, vermiculita, opala, amianto, níquel, diamantes e minerais radioativos (IBGE, 1997).

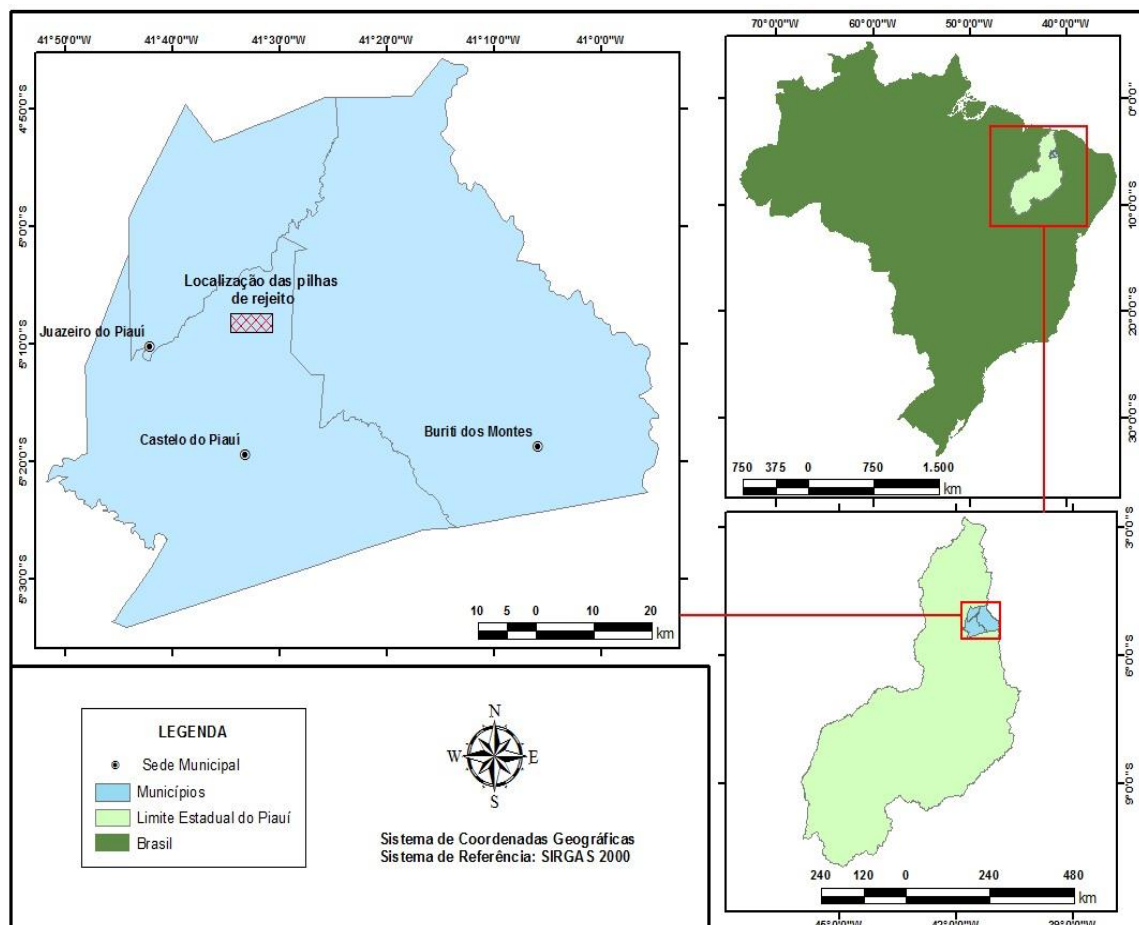
Pela sua funcionalidade, aspecto decorativo e capacidade de suportar serragem e polimento, rochas como granito, mármore, ardósia, morisca dentre outras são muito utilizadas pela sociedade na construção civil (ALMEIDA, 2006). Sua utilização ocorre, principalmente, no revestimento interno e externo, pisos, confecções de mesas, cadeiras, jazigos e adornos, o que se reflete no grande volume de produção e gera degradação do meio físico, principalmente do solo. Estas rochas recebem a denominação comercial de rochas ornamentais e, no escopo da Engenharia de Minas, enquadram-se no grupo dos Minerais e Rochas Industriais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O local de estudo (Figura 1) é a propriedade pertencente à mineradora multinacional da Empresa Rochas Ornamentais do Brasil Ltda. (ECB), localizada no município de Castelo do Piauí, PI, com coordenadas (05°19'19"S e 41°33'10"W). Uma parte do trabalho foi desenvolvida na Fazenda Bonito, propriedade da ECB, com área de aproximadamente de 1.500 ha, a qual consistiu na coleta de rejeito e de dados do minerador. A região, segundo Barros e Castro (2006), possui uma vegetação de campo cerrado ã cerrado típico, ambos do tipo "cerrado rupestre de baixa altitude", único e de importância biológica inquestionável. A outra parte foi desenvolvida sob condições de casa de vegetação, na Universidade Estadual do Piauí, em Teresina.

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



Fonte: Idealizado por Rosemary Brito; Elaborado por Benavenuto Santiago, 2015.

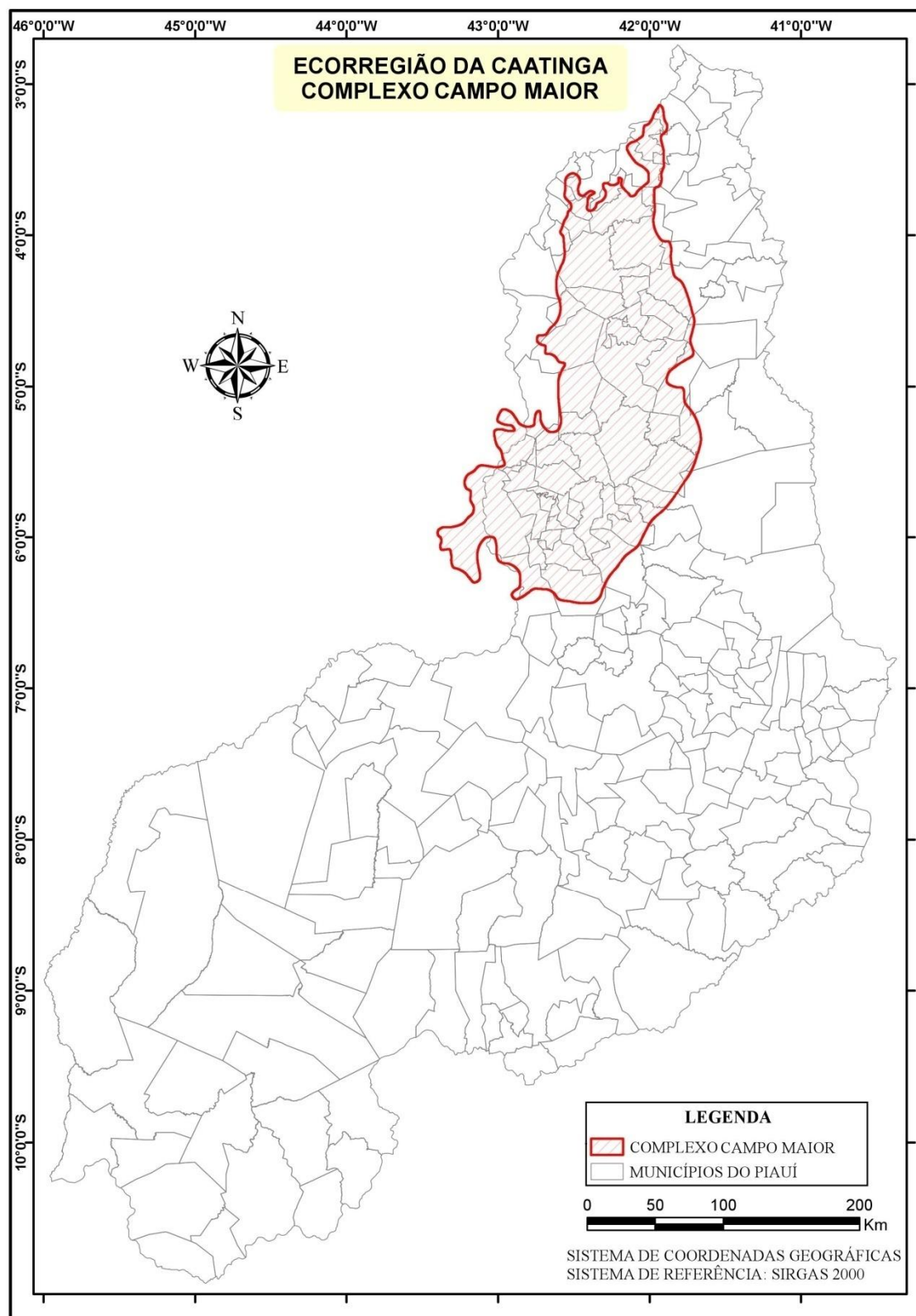
O município de Castelo do Piauí possui altitudes variando de 100 a 500 m acima do nível do mar e apresenta temperaturas mínimas de 23°C e máximas de 35°C, com clima quente tropical do tipo Awö da classificação de Köppen. A precipitação pluviométrica média anual é definida no Regime Equatorial Marítimo, com isoietas anuais entre 800 e 1.600 mm, distribuídas em cerca de 5 a 6 meses, sendo fevereiro, março e abril os mais chuvosos (CEPRO, 1998).

As unidades geológicas que ocorrem no município de Castelo do Piauí são coberturas sedimentares, correspondem 90% da área total do município e engloba Depósitos Colúvio-eluviais, reunindo areia, argila, cascalho e laterita, com idade Tércio-quaternária; seguido pela Formação Longá, que compreende arenito, conglomerado e siltito; Formação Pimenteiras reúne arenito, siltito e folhelho, e o Grupo Serra Grande ã representado por conglomerado, arenito e intercalações de folhelho e siltito (CPRM, 2000). Estes dobramentos são mapeados nos pacotes sedimentares das Formações Pimenteiras, do Devoniano Superior, Formação Cabeças e extratos do Permiano. O modelado do complexo Campo Maior possui formas associadas às feições de chapadas e chapadões com topos regulares e vales pouco profundos (BARROS, 2005).

O complexo Campo Maior (Figura 2), com feições geomorfológicas abrangendo superfície aplainada com presença de áreas deprimidas, que formam lagoas temporárias; superfícies tabulares reelaboradas (chapadas baixas), relevo plano com partes suavemente onduladas e altitudes variando de 100 a 420 metros (BARROS; CASTRO, 2006); superfícies onduladas, relevo movimentado, correspondendo a encostas e prolongamentos residuais de chapadas, desníveis e encostas acentuadas de vales e elevações, altitudes entre 150 a 500 metros (serras, morros e colinas) e superfícies tabulares cimeiras (chapadas altas), com relevo plano, altitudes entre 400 a 500 metros, com grandes mesas recortadas (IBGE, 1977).

Especificamente, os solos do local de estudo compreendem principalmente Plintossolos álicos de textura média, fase complexo campo maior, com transições vegetais cerrado/caatinga caducifólia, floresta ciliar de carnaúba e caatinga de várzea e, secundariamente, solos arenosos essencialmente quartzosos, profundos, drenados, desprovidos de minerais primários, de baixa fertilidade, com transições vegetais, fase caatinga hiperxerófila e/ou cerrado sub-caducifólio/floresta sub-caducifólia e/ou carrasco (CPRM, 2000).

Figura 2: Ecorregião da caatinga Complexo Campo Maior



Fonte: Idealizado por Rosemary Brito; Elaborado por Benavenuto Santiago, 2015.

A vegetação da área de estudo apresenta fisionomia de cerrado *sensu stricto*, caracterizado como cerrado rupestre de baixa altitude e com presença de manchas de campo cerrado, com predomínio do componente herbáceo-subarbustivo sobre o arbustivo-arbóreo (FARIAS; CASTRO 2005). No período chuvoso as manchas de campo, caracterizadas por suas áreas deprimidas e alagadas, consequência natural da sequência pélica da Formação Longá, da qual derivam os solos plínticos e concrecionários, de maior domínio na região (BARROS 2005).

Os recursos hídricos superficiais do estado do Piauí são representados pela bacia do rio Parnaíba, abrange os estados do Piauí, do Maranhão e do Ceará, equivale a 3,9% do território nacional e possui 330.285 km² de área. Com 1.400 km de extensão o rio Parnaíba tem a maioria de seus afluentes localizados a jusante de Teresina, perenes e abastecidos pelas águas pluviais e subterrâneas. Dentre as sub-bacias destacam-se aquelas constituídas pelos rios: Balsas, situado no sul do Maranhão; Poti e Portinho cujas nascentes estão localizadas no Ceará; enquanto Canindé, Piauí, Uruçuí-Preto, Gurguéia e Longá, todos são localizados no Piauí (CPRM, 2000). Sendo que a área de estudo situa-se na sub-bacia Poti.

As operações de extração da pedra do castelo são realizadas em várias frentes de lavra, operando simultaneamente. Diariamente, a extração mecanizada que ocorre em uma das empresas (Empresa Rochas Ornamentais do Brasil Ltda, ECB) gera entre 50 e 60 Mg de rejeito e de estéril, durante as operações de lavra (Figura 3). Esta empresa tem três áreas de lavras, que perfazem um total de 28 ha. Existem mais oito empresas pequenas com extração artesanal, gerando uma quantidade menor de rejeito (Figura 4). O rejeito gerado pelas nove empresas é depositado nas encostas, impactando a área de pastagem de propriedades adjacentes, e, em alguns pontos, os sedimentos chegam a poucos metros das margens do rio Poti.

Na industrialização do quartzito, os principais resíduos são os grandes volumes de estéril e de rejeito produzidos nos locais de lavra, além da grande quantidade de resíduo fino ólavra abrasiva, gerados a partir do beneficiamento das rochas. Atualmente não existe uma destinação apropriada para os depósitos de estéril e rejeito das pedreiras, que continuam se avolumando. Muito embora, as inovações tecnológicas e científicas possam ajudar na minimização dos impactos ambientais, o que possibilita a perpetuação do solo, com isso as futuras gerações terão a possibilidade de usufruir das mesmas condições edafoclimáticas que hoje permitem ao Brasil ser uma potência mineralógica.

Figura 3. Área de extração mecanizada de quartzito, de forma organizada, onde o espaço de extração é separado do espaço de descarte do rejeito, causando dano ambiental de grande extensão. Mina localizada no município de Castelo do Piauí, PI.



Foto: Rosemary Brito, 2013.

Na avaliação dos impactos não se deve desconsiderar a complexidade dos fatores naturais. É preciso tornar objeto de investigação o problema real, assim sendo torna-se necessária a articulação da interpretação coerente dos processos ecológicos e sociais à degradação (COELHO, 2001).

Na observação da área degradada foi notada nitidamente a diferença existente *in loco* da utilização do uso mecanizado e artesanal da extração da pedra do castelo. Neste nota-se a vegetação se erguendo por entre o rejeito (Figura 4), na tentativa de se regenerar naturalmente, enquanto o uso mecanizado não favorece este artifício natural, porque há sempre deposição de mais rejeito e estéril, além da compactação do solo pelas máquinas utilizadas no processo de descarte.

A reposição natural da vegetação ocorre porque áreas planas, arenosas, e com micro relevos permitem a propagação de sua vegetação através do vento e de animais polinizadores, possibilitando a introdução de sementes nas frestas do rejeito descartado. Essa regeneração ocorre no período chuvoso a exemplo da lixeira (*Curatella americana* L.) localizada naturalmente em capões com entorno brejoso e de vegetação herbácea densa (Figura 5), o que possibilita a cobertura de serapilheira.

Figura 4. Área de extração artesanal de quartzito, onde o rejeito é deixado dentro da mina, proporcionando germinação e crescimento de plantas nativas, causando dano ambiental de menor extensão em relação a extração mecanizada. Mina localizada no município de Castelo do Piauí, PI.



Foto: Rosemary Brito, 2013.

Figura 5. Vista aérea do cerrado rupestre, com vegetação e solo intactos. Localizado na propriedade da ECB, no município de Castelo do Piauí.



Fonte: ECB - Rochas Ornamentais do Brasil Ltda., 2010.

3.2 Amostragem e caracterização do rejeito

Para as análises físicas e químicas, foram coletadas oito amostras de 1 kg de rejeitos, retiradas aleatoriamente em duas pilhas de um volume de deposição de aproximadamente 20 metros de extensão, considerando um espaçamento de 10 metros entre os pontos de coleta, buscando fazer a coleta a um metro da periferia da deposição, pois o rejeito era mais recente. Após a coleta de cada amostra para análise em laboratório, coletaram-se 3 kg de rejeito por vaso para o experimento em casa de vegetação.

As amostras dos oito locais que não receberam rega formaram uma amostra composta e nela foram determinadas, utilizando-se métodos descritos pela EMBRAPA (1999), características químicas: pH, em mistura de solo e água na proporção de 1:2,5; matéria orgânica (M.O) pelo método da oxidação por solução sulfocrômica e análise por fotocolorímetro (WALKLEY; BLACK, 1934); fósforo (P) e potássio (K), por extração com solução de Mehlich I, sendo P quantificado por espectrofotometria a 660 nm e o K por fotometria de chama; e magnésio (Mg) e cálcio (Ca), por extração com cloreto de potássio e análise por titrimetria com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA); e características físicas: granulometria (frações areia, silte e argila); e capacidade de retenção de água. Após os 135 dias de tratamento das quatro espécies também foi analisado o substrato das unidades amostrais, quando da retirada das mesmas para a análise da matéria seca.

As análises foram realizadas no laboratório de física do solo e de análises químicas de rotina no Departamento de Solos da Universidade Federal do Piauí.

3.3 Experimento em casa de vegetação

O rejeito coletado por vaso (3 kg) foi redistribuído para a composição dos tratamentos sem e com esterco, ficando cada vaso com 5 kg de substrato.

Foi realizado um experimento em casa de vegetação, em vasos com capacidade para 5 kg, com dois tratamentos, quatro espécies vegetais e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de dois substratos: 1) rejeito (R) e; 2) rejeito com esterco caprino (RCE), na proporção 1:1 em volume. As quatro espécies vegetais foram: *Senna acuruensis* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); *Anacardium occidentale* L. (cajuí); *Psidium guajava* L. (goiaba) e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (sombreiro). As duas primeiras espécies foram selecionadas como nativas com base em levantamento fitossociológico da área de

estudo, realizado por Barros e Castro (2006). No que diz respeito à *P.guajava* por ser caracterizada como sendo amplamente distribuída no Brasil, tem importância econômica, gera renda para familiares na produção de sucos, geléias, compotas e doces. Além de ser de fácil dispersão. Enquanto *Clitoria fairchildiana* por ser planta do tipo bagueira, o que facilita sua dispersão e por ser uma leguminosa, o que a capacita para o fenômeno de reposição de nitrogênio na forma assimilável ao solo.

As sementes foram coletadas em período diferentes para cada espécie, pois apenas a *P. guajava* frutifica o ano inteiro. Em virtude da sazonalidade da frutificação as outras ficaram com a qualidade de suas sementes comprometida. Parte das sementes de *S. acuruenses* foi invadida pelo pulgão do gênero *Aphis*. Então, no que concerne ao número amostral das plantas, que foi de quatro repetições, encontra-se no limite preconizado pela literatura. No campo não é raro experimentos com parcelas, com poucas repetições (abaixo de quatro), sob a justificativa de maior óstando e facilidade de manejo (ROSSETTI, 2000).

A repetição tem a finalidade de propiciar estimativas do erro experimental. Em certas situações o número grande de repetições tem gerado problemas. Por isso, muitas sugestões têm sido propostas, mas segundo Pimentel Gomes (1990), nenhuma tem sido inteiramente satisfatória. Rossetti (2000) mostrou que o número de repetições com o uso de parcelas pequenas variando de três até seis plantas, em experimento com *A. occidentale*, além de promover melhora nas estimativas do erro experimental, dos efeitos dos tratamentos e parâmetros do modelo do delineamento, diminui a área experimental e o número de plantas necessárias, sem que haja prejuízo para a precisão dos dados obtidos. Assim, o número amostral aqui utilizado é aceito pela literatura e não compromete os resultados desta pesquisa.

O experimento foi conduzido de maio a setembro de 2013, em casa de vegetação, com dimensão de 3 m x 5 m, coberta com filme plástico, tendo sombrite 50%, nas laterais para impedir a entrada de insetos. Durante o experimento as temperaturas oscilaram de 28 °C pela manhã a 39° na parte da tarde. A umidade relativa do ar não foi possível ser determinada por falta de higrômetro, mas a estimativa segundo os dados meteorológicos da cidade de Teresina girava em torno de 25% (pela tarde) a 40% (pela manhã).

O esterco de curral curtido foi obtido pela raspagem manual com enxada em currais das propriedades locais. Após o preenchimento dos vasos com os substratos, estes passaram por um período de uma semana recebendo rega diária de 800 ml, para que, no momento do plantio o substrato apresentasse teor de umidade suficiente para não causar prejuízo às sementes.

Antes do plantio em substrato rejeito com e sem esterco, foi realizado um teste de germinação em bandejas contendo areis lavada, buscou-se o percentual de germinação para detectar dormência nas espécies. Cada espécie foi plantada em bandejas separadas com duas repetições, o número de sementes plantadas foi de 100 por bandeja. O resultado do teste de germinação foi de percentuais superiores a 80% para as quatro espécies, constatando-se que as mesmas não possuem dormência.

Passado uma semana após a emergência do caule foi realizado um desbaste deixando apenas duas ou três plantas por vaso. A rega foi diária e manual, utilizando 800 ml, com a finalidade de manter a capacidade de retenção de água, entre -0,3 a -1,0 MPa. Aos quinze dias após o plantio, foi determinado o percentual de germinação. A partir do trigésimo dia, foram determinadas a cada 15 dias a altura, espessura do caule e o número de folhas. Aos 135 dias, as partes aéreas das plantas foram retiradas do vaso, pesadas e secas em estufa a 72 °C e analisadas.

A altura foi determinada a partir do colo da planta até o ponto de inserção da gema apical. O diâmetro do caule foi medido com paquímetro digital

Para determinação da matéria seca foi utilizada estufa de ventilação forçada a 72 °C e pesada até obter peso constante.

Após o experimento coletou-se amostras do substrato de cada vaso e foram analisados os parâmetros físicos e químicos, utilizando-se o mesmo procedimento usado para as análises do rejeito.

O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições para os dois tratamentos. A análise exploratória dos dados inclui medidas descritivas. As diferenças entre as médias foram testadas pela ANOVA com post-hoc de Shejié. Os resultados são apresentados como médias e desvios padrão ($M \pm DP$) e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.4 Mineração de rochas e produção do espaço pelo uso dos mineradores

Em escala regional a ECB, verificou o potencial da atividade mineradora da região, que até então tinha suas rochas como produto desvalorizado e desconhecido perante a sociedade brasileira. A empresa buscou alternativa para responder a exigência do mercado nacional e internacional, utilizando-se da beleza rara, com caráter exótico e exclusivo das rochas. Utilizando-se da experiência de mais de 30 anos de atuação no setor, os sócios da ECB lançaram a ópedra moriscaô. O diferencial da empresa fez com que o produto fosse

amplamente conhecido no mercado mundial, passando a fazer parte de obras de grande porte espalhadas principalmente pela Europa. Vale ressaltar que a empresa tem capital multinacional englobando países como a Espanha, Chile e Brasil.

A empresa ECB passou a funcionar no dia 13 de julho de 1998, época em que a economia local baseava-se na pecuária extensiva, agricultura de subsistência, extrativismo vegetal com a cera de carnaúba, indústrias de aguardente de cana e a extração de quartzito de forma artesanal. Os trabalhadores alternavam a extração com atividades agrícolas, muitos possuíam pequenas lavouras e as rochas não tinham uma boa valorização comercial, porque lhes faltava acabamento. A ECB trouxe consigo a técnica de extração e polimentos das rochas, com a finalidade de atender ao mercado externo. Quando da sua implantação, a ECB chegou a empregar diretamente em seu quadro de funcionários cerca de 250 trabalhadores e, indiretamente, a empresa ofereceu 800 empregos.

A partir do exposto, tem-se o homem, como agente modificador, ocupa seu nicho, local onde encontra um conjunto de atividades, como o trabalho e modifica o ambiente para satisfazer suas necessidades. Romero e Jiménez (2002), destacaram a importância da unidade de interação existente entre os elementos naturais e antrópicos, quando da dinâmica da paisagem definida por sua complexidade de integrar todas as partes numa unidade que existe e age em conjunto. Neste sentido, a relação sociedade *versus* natureza tem sofrido alterações no decorrer da evolução. Segundo Castilho (2008b), o trabalho sempre foi fator preponderante na produção do espaço na proporção em que o homem constrói seu lugar de trabalho, cooperando e concorrendo ao mesmo tempo, embasado no uso de elementos do dia a dia de suas relações sócio-espaciais.

3.5 Caracterização do minerador da área de estudo

A metodologia utilizada para o diagnóstico socioeconômico dos 55 trabalhadores da atividade mineradora da ECB de extração de quartzito foi realizada com a aplicação de questionário estruturado e através de entrevistas informais.

Para a coleta dos dados foi elaborado um questionário (Apêndice) contendo perguntas objetivas de resposta única.

O levantamento dos dados socioeconômicos foi realizado entre os meses de janeiro e março de 2013, sendo os questionários aplicados nas áreas de aglomeração dos trabalhadores (refeitório e locais de descanso).

Antes da aplicação dos questionários houve uma preparação onde se explicava aos trabalhadores o objetivo da entrevista, com a finalidade de diminuir a desconfiança e a rejeição natural em relação às perguntas. Quando do esclarecimento sobre a pesquisa, aplicou-se o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Essa atividade foi desenvolvida seguindo as etapas de planejamento, elaboração e aplicação dos questionários e tabulação dos dados.

No levantamento dos dados, as variáveis foram organizadas por situação social, o que inclui escolaridade, saúde e domicílio; situação econômica, envolvendo o tempo de profissão, horas trabalhadas e participação da família; e situação ambiental, levando-se em consideração a preocupação com o meio ambiente, o abastecimento d'água e as perspectivas dos mineradores quanto às opções de trabalho fora da mineração.

Elemento de fundamental importância para a viabilidade do projeto e a concretização da pesquisa, supracitada, corresponde às anotações de campo, pois permite registrar fatos ambientais, econômicos e sociais, objetivando a disponibilizar dados e fatos em períodos diversos à pesquisa, durante e após a produção do texto final.

Este estudo está de acordo com as normas da Declaração de Helsinque de 1975.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do rejeito

A análise textural resultou na classificação do material rejeito como silte arenoso, com 52% de areia, 36% de silte e 12% de argila. Após adição do esterco, a proporção destas frações granulométricas se alteraram para 45 % de areia, 48% de silte e 7% de argila. Segundo Barros e Castro (2006), na área do complexo Campo Maior as litologias locais predominantes têm variações texturais significativas, entre argilas, argilas siltosas e ou arenosas, siltes, siltes arenosos e areias, com várias impregnações de seixos de calcário, sílica e arenitos enquadrando-se nas classes dos Neossolos Litólicos, Argissolos e Plintossolos.

O rejeito sem esterco apresentou baixos teores de nutrientes e de matéria orgânica e altos teores de alumínio trocável, caracterizando-o como álico (Tabela 1). O pH foi muito baixo, o que está de acordo com seu caráter álico, segundo parâmetros interpretativos médios em análise de solo (EMBRAPA, 1999).

No rejeito com esterco, os valores dos nutrientes aumentaram em relação ao rejeito sem esterco (Tabela 1), principalmente os de fósforo, de cálcio e de magnésio. Os maiores valores destes dois últimos nutrientes justificam o pH ter subido para a faixa da alcalinidade e o alumínio trocável ter sido neutralizado. Obviamente, os maiores valores destes nutrientes são atribuídos à qualidade do material que foi adicionado, esterco caprino, no qual tem sido encontrado valores elevados destes nutrientes (ARAUJO et al., 2010).

Após o plantio, os valores dos parâmetros avaliados (Tabela 2) variaram com as espécies e em relação aos valores antes do plantio.

Comparando os tratamentos sem esterco depois do plantio com o tratamento sem esterco antes do plantio, o pH apresentou um aumento de 4,6 para 5,0 em *P. guajava* e de 5,5 para as demais espécies, O fósforo apresentou diminuição de 0,50 para 0,20 ppm para *A. occidentale* e *P. guajava*, e de 10 ppm para as duas outras espécies, indicando que está havendo absorção de fósforo pelas plantas.

No entanto para o tratamento com esterco ocorreu o inverso, o referido nutriente apresentou aumento de 17,5 para 39,5 ppm em *A. occidentale*, 47,6 ppm em *P. guajava*, 45,5 ppm em *S. acuruenses* e de 53,12 ppm em *C. fairchildiana*. É provável que os exsudados das raízes tenham provocado alteração na atividade microbiana e estar mobilizando o fósforo, protegendo-o da adsorção pelos colóides do solo e disponibilizando por mais tempo (CONTE et al., 2002).

Os teores de K, Ca, Na aumentaram para os dois tratamentos em relação ao período antes e após plantio, para todas as espécies. Para as duas espécies leguminosas, *S. acuruenses* e *C. fairchildiana* é provável que tenha ocorrido incorporação de N e outros nutrientes, uma vez que as bactérias nodulantes de suas raízes liberam enzimas e se decompõem (LUCHESE; LENZI, 2002), ou pela entrada de água da tubulação, via rega diária, que possuem minerais, visto que o tratamento com e sem rejeito antes do plantio não recebeu rega por 120 dias.

É provável que a imobilização dos organismos presentes no solo tenha contribuído com esse aumento, os quais devolvem nutrientes ao solo, após a morte e mineralização da matéria orgânica (LUCHESE; LENZI, 2002).

A variação de pH também é fator preponderante para disponibilizar ou reter íons, portanto, a acidez do solo é limitante ao desenvolvimento das plantas ou das culturas.

Solos ácidos possuem baixos teores de Ca, e para a adequada correção é utilizado carbonato de cálcio, nutriente que entra em contato com as raízes das plantas predominantemente, por interceptação radicular, fator que requer boa incorporação deste nutriente ao solo (RAIJ et al., 1997; PRADO 2008). Neste sentido ressalta-se a importância dos resíduos orgânicos ao liberar ácidos que promovem, de forma rápida, maior penetração do carbonato de cálcio no solo quando comparado com solo sem material orgânico (BOT; BENITES, 2005).

Em contrapartida, solos básicos apresentam problemas com disponibilidade de Fe, Cu, Zn, e Mn, pois as formas iônicas dos nutrientes catiônicos formam óxidos e hidróxidos insolúveis, promovendo a deficiência destes elementos nas plantas (FAGERIA; BALIGAR, (2001).

Tabela 1 Médias das repetições dos atributos químicos do rejeito de quartzito antes do plantio, sem esterco (RSE) e com esterco (RCE), coletado na área de mineração em Castelo do Piauí, PI.

Tratamentos	/Atrib.	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Na	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	CTC	CTC(t)	V	M	MO
			Ppm	-----Cmol(c)/dm ³ -----									-----%-----		
SER		4,6	0,50	0,015	0,4	0,14	0,2	1,2	2,3	0,75	1,95	3,05	24,59	61,54	0,7
RCE		7,4	17,50	0,053	9,3	0,18	3,1	0	1,5	12,63	12,63	14,13	89,38	0	1,2

pH em H₂O; Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ - foram extraídos com KCl 1mol/L; P e K foram determinados pelo método de Mehlich-1

Tabela 2. Médias das repetições dos tributos químicos do rejeito de quartzito depois do plantio, sem esterco (RSE) e com esterco (RCE), coletado na área de mineração em Castelo do Piauí, PI.

Tratamentos	/Atrib.	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Na	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	CTC	CTC(t)	V	M	MO
			Ppm	-----Cmol(c)/dm ³ -----									-----%-----		
<i>A. occidentale</i> L. RSE		5,5	0,20	0,022	1,00	0,11	3,5	0,70	2,91	4,63	5,33	7,54	61,40	13,13	0,8
<i>A. occidentale</i> L. RCE		7,8	39,50	0,116	9,20	0,11	2,7	0	1,4	12,12	12,12	13,52	89,64	0	1,3
<i>Psidium guajava</i> L. RSE		5,0	0,20	0,019	1,60	0,15	3,0	0,60	2,94	4,77	5,37	7,71	61,87	11,17	0,9
<i>Psidium guajava</i> L. RCE		7,5	47,60	0,105	9,40	0,12	3,9	0	1,37	13,52	13,52	14,89	90,80	0	1,5
<i>Senna acuruensis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby RSE		5,4	0,10	0,016	0,60	0,19	3,2	0,90	3,32	4,00	4,90	7,32	54,64	18,37	0,8
<i>Senna acuruensis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby RCE		7,9	45,50	0,103	12,40	0,13	4,1	0	1,32	16,73	16,73	18,05	92,69	0	1,3
<i>Clitoria fairchildiana</i> R. A. Howard RSE		5,5	0,10	0,028	0,65	0,18	3,7	0,70	2,66	4,56	5,26	7,22	63,16	13,30	0,9
<i>Clitoria fairchildiana</i> R. A. Howard RCE		8,3	53,12	0,105	10,20	0,10	2,1	0	1,34	12,50	12,50	13,84	90,32	0	1,5

pH em H₂O; Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ - foram extraídos com KCl 1mol/L; P e K foram determinados pelo método de Mehlich-1

4.2 Dados da germinação

Todas as espécies vegetais plantadas germinaram nos dois substratos num período entre 11 a 14 dias. Os percentuais de germinação do *A. occidentale* foram maiores que as demais espécies nos dois tratamentos, rejeito com e sem esterco (Tabela 3). Entre os tratamentos não houve diferenças significativas nos percentuais de germinação para *Anacardium occidentale* L. e *Psidium guajava* L. No entanto para as espécies *C. fairchildiana* e *S. acuruensis*, a diferença foi significativa, com aproximadamente o dobro da germinação no tratamento sem rejeito. Esta tendência de maior percentual de germinação no tratamento sem esterco pode estar relacionada à dormência das sementes que necessitam de maior percentual de água no solo para lixiviar fitormônio como o ácido abscísico.

Ressalta-se que no tratamento rejeito sem esterco o solo mostrava-se menos permeável que o tratamento com esterco. Alguns fatores podem prolongar a dormência em sementes maduras como a baixa umidade do solo (LABORIAU, 1983), ou a compactação do mesmo. Nas outras duas espécies os valores foram similares.

Os resultados da germinação no tratamento sem esterco foi melhor quando comparado com o tratamento com esterco.

Tabela 3 ã Germinação das espécies testadas em experimento em casa de vegetação, utilizando rejeito resultante da mineração de quartzito no município de Castelo do Piauí, PI.

Espécie	Rejeito com esterco	Rejeito sem esterco
	%	%
<i>Anacardium occidentale</i> L.	83 aA	82 aA
<i>Psidium guajava</i> L.	53 aB	50 aB
<i>Clitoria fairchildiana</i> R. A. Howard	26 bC	50 aB
<i>Senna acuruensis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	22 bC	40 aC

Valores com letras minúsculas iguais na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

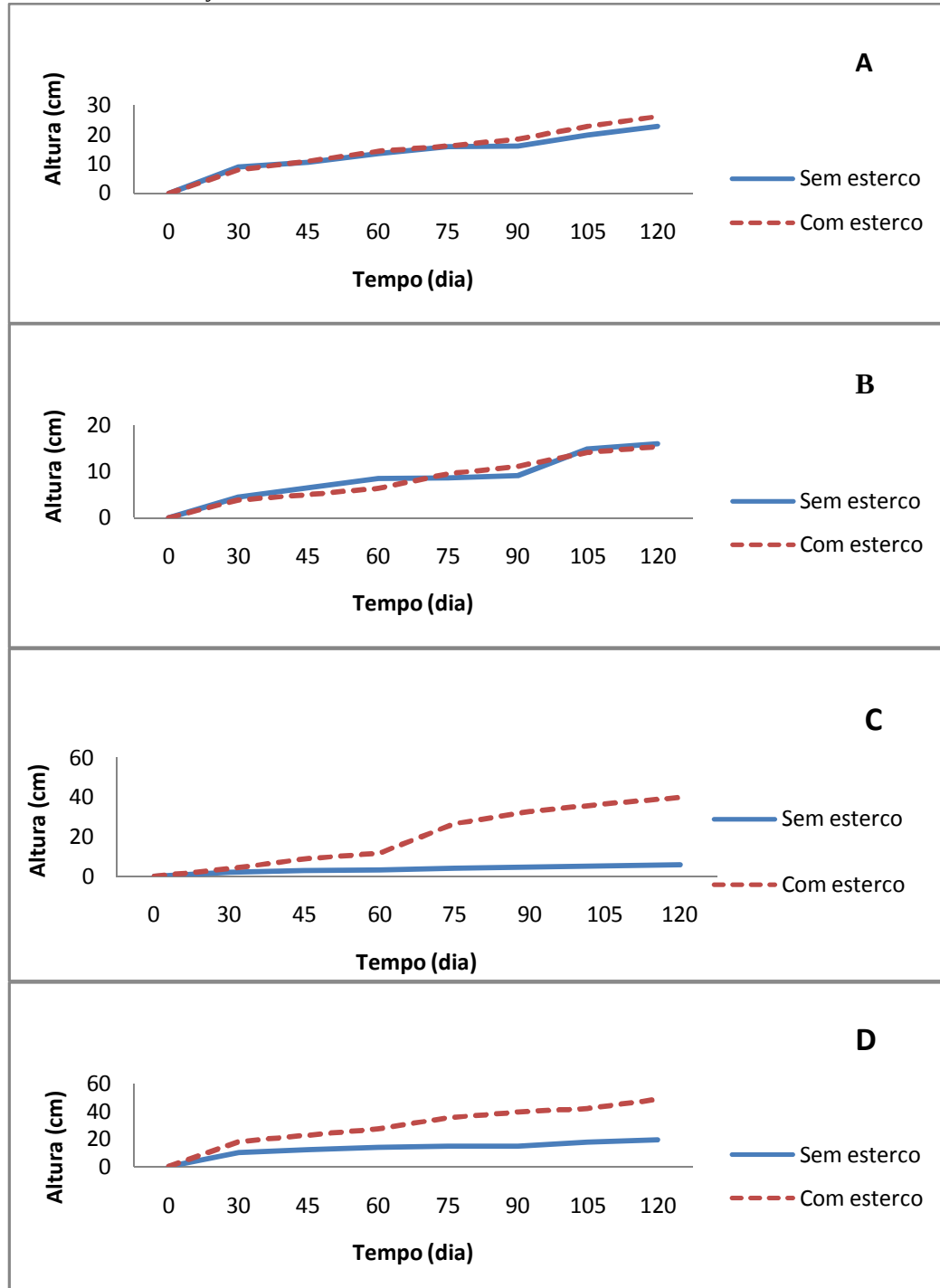
O desenvolvimento inicial de espécies nativas do cerrado tem sido estudado por várias instituições, tais estudos têm como objetivo conhecer a fenologia dessas plantas e estabelecer uma relação entre suas características e a seleção de espécies que melhor se adapte às condições hostis das áreas degradadas, para serem utilizadas nos projetos de recuperação ambiental (FELFILI et al., 2001).

Por razões práticas, a maioria dos experimentos concentra-se em avaliar o potencial de aclimação de mudas e observar a plasticidade fenotípica dos estádios iniciais de desenvolvimento, período mais crítico do ciclo de vida de uma planta (FELFILI et al., 2001). Neste contexto, a avaliação da germinação e do desenvolvimento inicial da espécie é imprescindível para a qualidade e desenvolvimento das mudas, posteriormente espécies perenes utilizadas no campo (FONSECA; RIBEIRO, 1998).

4.3 Análise do desenvolvimento das plantas entre os tratamentos

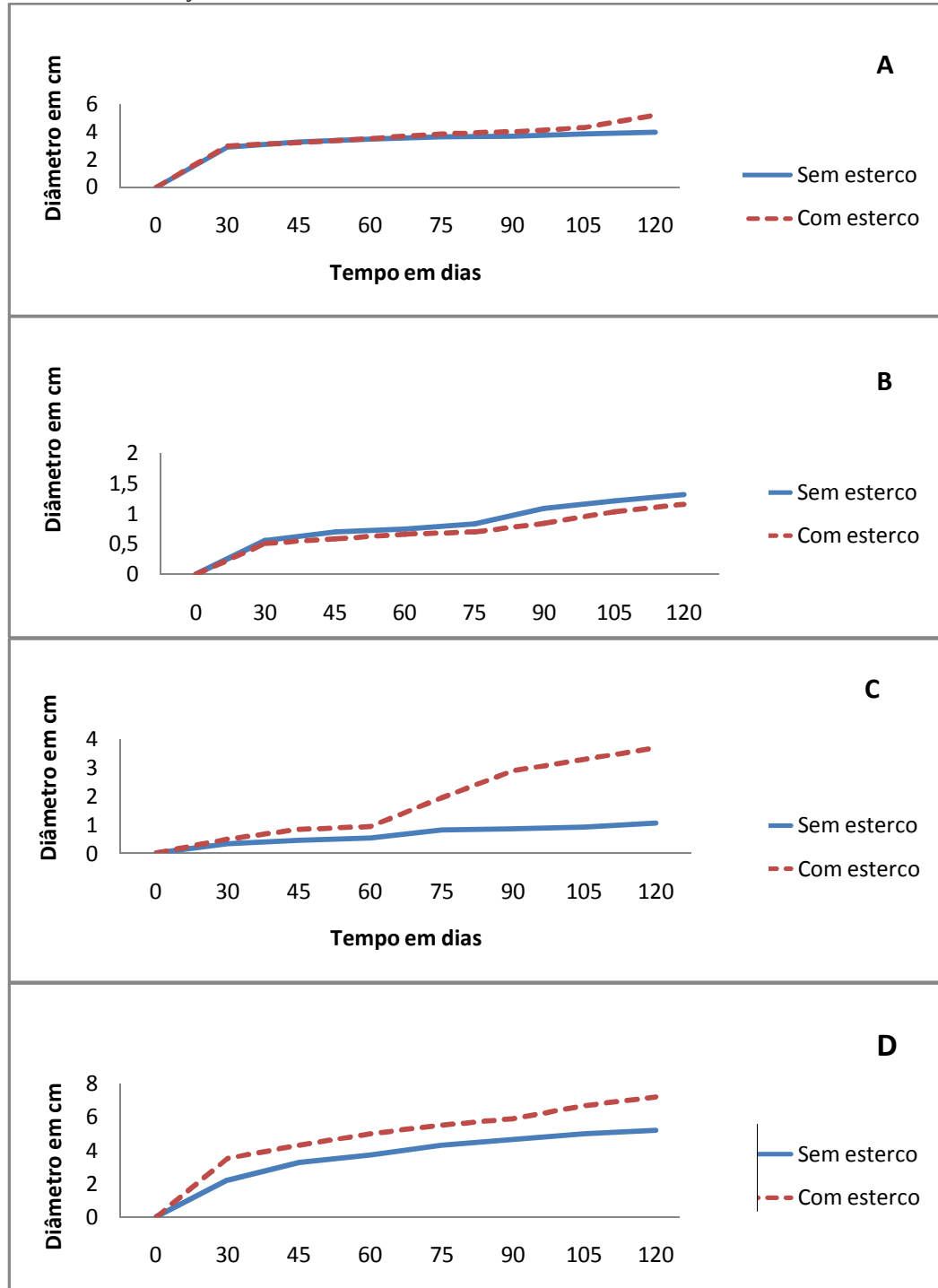
Comparando-se o crescimento das espécies entre os tratamentos com e sem esterco, foi observado que três delas tiveram altura maior no tratamento com esterco, *A. occidentale*, *P. guajava* e *C. fairchildiana*, enquanto a *S. acuruensis* não diferiu entre os tratamentos (Figura 6). Entre as espécies, *P. guajava* e *C. fairchildiana* apresentaram a tendência de maior crescimento.

Figura 6 ã Altura das plantas de: A) *Anacardium occidentale* L. (cajuí); B) *Senna acuruensis* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); C) *Psidium guajava* L. (goiaba); e D) *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com e sem esterco. Em B os tratamentos não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Em relação ao desenvolvimento do diâmetro do caule, novamente, a espécie *S. acuruensis* foi a única que não apresentou diferença neste parâmetro, entre os tratamentos com e sem esterco (Figura 7).

Figura 7 ã Espessura do diâmetro do caule das plantas: A) *Anacardium occidentale* L. (cajuí); B) *Senna acuruensis* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); C) *Psidium guajava* L. (goiaba); e D) *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com e sem esterco. Em B os tratamentos não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

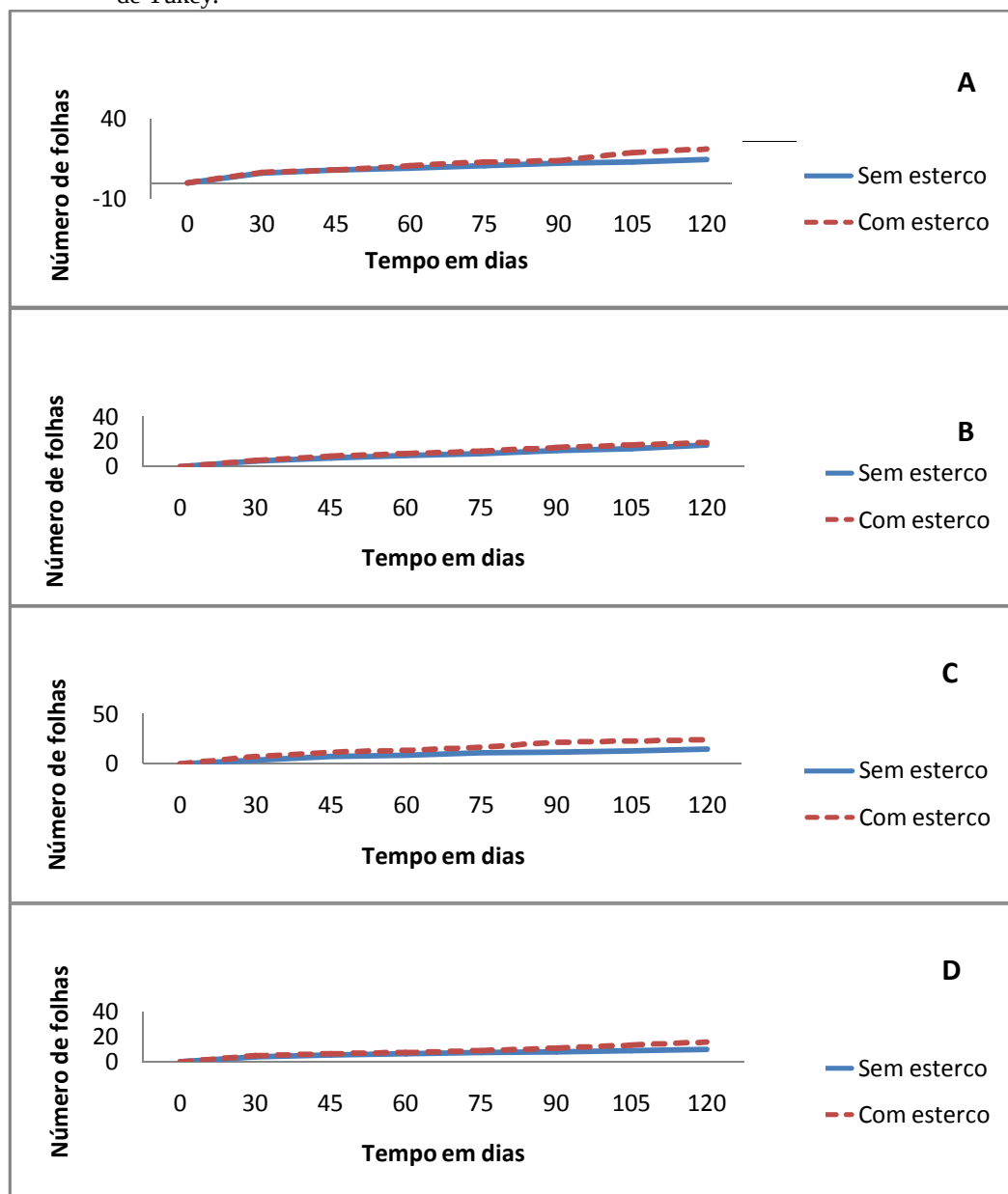


A espécie *S. acuruensis* apresentou também uma tendência de maior incremento no tratamento sem esterco, diferentemente das outras espécies (*A. occidentale*, *P. guajava* e *C. fairchildiana*) que tiveram maior espessura do caule no tratamento com esterco. Foi

observado que a espécie *A. occidentale* só começou a se diferenciar entre os tratamentos com e sem esterco após os noventa dias de plantio, aproximadamente.

Em relação ao número de folhas, em todas as espécies os maiores valores foram no tratamento com esterco (Figura 8).

Figura 8 ã Número de folhas das plantas de: A) *Anacardium occidentale* L. (cajuí); B) *Senna acuruensis* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); C) *Psidium guajava* L. (goiaba); e D) *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com e sem esterco. Em B os tratamentos não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



A *P. guajava* foi a espécie que teve o maior incremento no número de folhas em relação às demais espécies. Janick (1968) destacou, o esterco como sendo um reservatório de

nutrientes e umidade, além de promover arejamento ao solo, aumentando a disponibilidade de macro e micronutrientes às plantas e Queiroz et al. (2011) reportaram maior crescimento de tamarindeiro em solo com esterco que em solo sem esterco.

O comportamento diferenciado da espécie *S. acuruensis* em relação às outras, não diferindo em altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas entre os tratamentos, provavelmente é devido ao fato desta espécie ser endêmica da área em estudo, estando mais adaptada as condições naturais do solo local.

4.4 Análise do crescimento das plantas entre as espécies

Para *C. fairchildiana*, *P. guajava* e *A. occidentale* o tratamento com esterco possibilitou maior desenvolvimento em altura (Figura 9), enquanto as plantas de *A. occidentale* e *C. fairchildiana* tiveram maior incremento em altura no tratamento sem esterco (Figura 10).

Figura 9 Altura das plantas de *Anacardium occidentale* L. (cajuí); *Senna acuruensis* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); *Psidium guajava* L. (goiaba); e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com esterco.

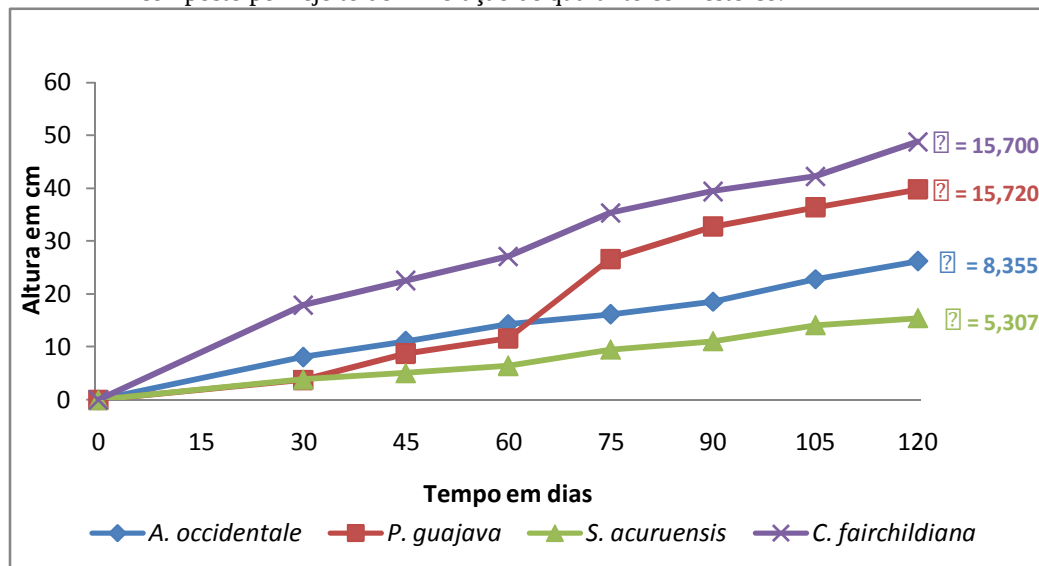
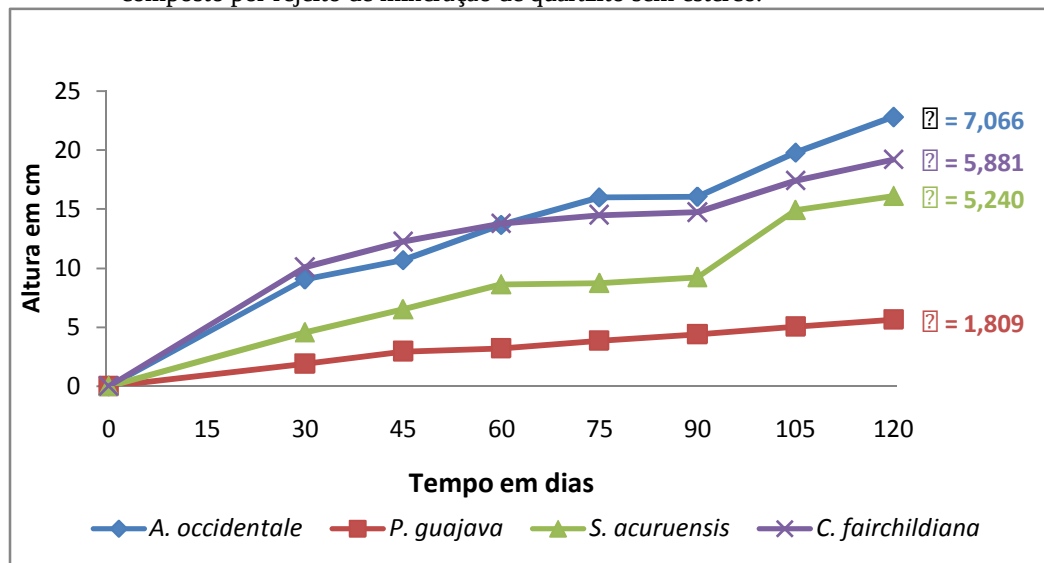


Figura 10 A altura das plantas de *Anacardium occidentale* L. (cajuí); *Senna acuruensis* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); *Psidium guajava* L. (goiaba); e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito sem esterco.



Duas espécies (*C. fairchildiana* e *A. occidentale*) tiveram maior desenvolvimento do diâmetro do caule para os dois tratamentos. As plantas de *P. guajava* tiveram maior incremento no tratamento com esterco (Figuras 11 e 12).

Figura 11 Espessura do diâmetro do caule das plantas de *Anacardium occidentale* L. (cajuí); *Senna acuruensis* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); *Psidium guajava* L. (goiaba); e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com esterco esterco.

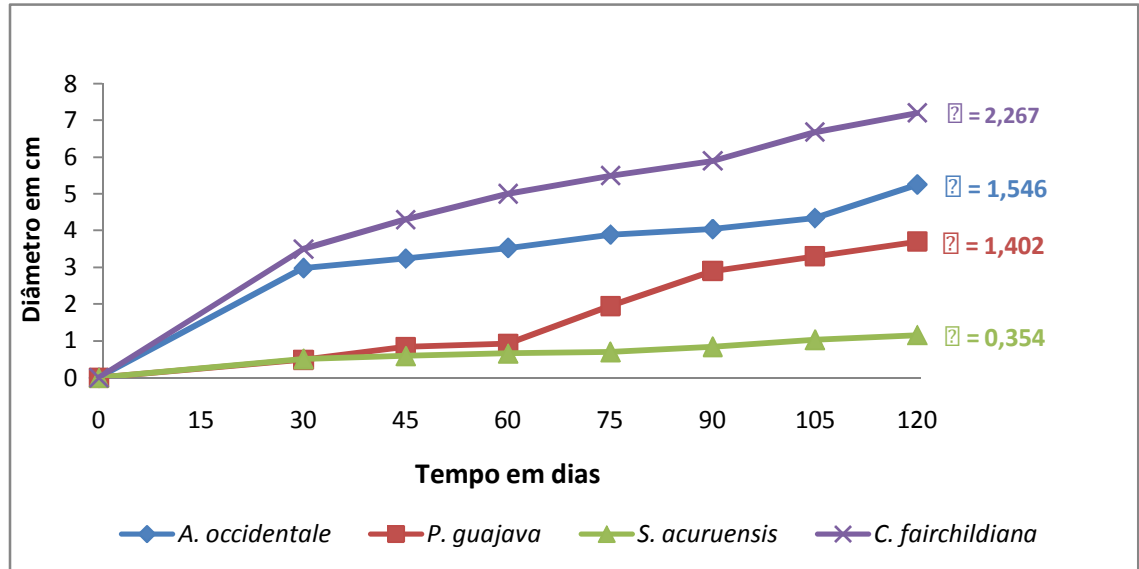
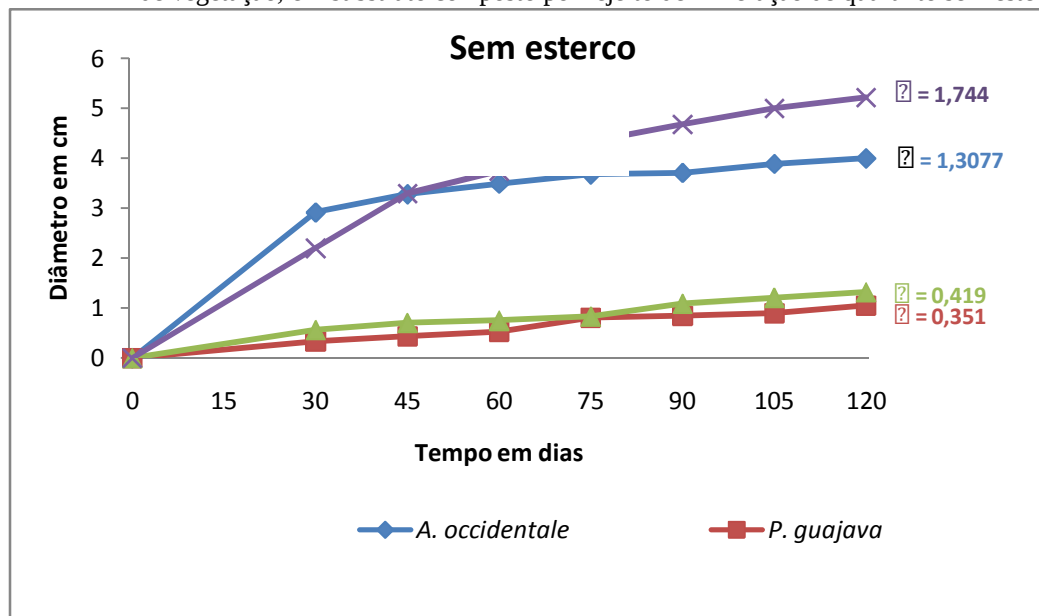


Figura 12 Espessura do diâmetro do caule das plantas de *Anacardium occidentale* L. (cajuí); *Senna acuruensis* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); *Psidium guajava* L. (goiaba); e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito sem esterco.



Para o número de folhas, ocorreu uma inversão, pois a espécie *C. fairchildiana* que teve maior desenvolvimento em outros parâmetros, não apresentou o mesmo desempenho neste, em relação às outras espécies. Este fato é verificado pela morfologia de suas folhas, pois são do tipo composta trifoliolada e grande, enquanto as espécies *P. guajava*, *A. occidentale* e *S. acuruensis* se destacaram em maior quantidade foliar, nos dois tratamentos,

(Figuras 13 e 14). Resultados similares foram encontrados por Araújo et al. (2010), quando trabalharam com mudas de mamoeiro utilizando esterco caprino como substrato, o número de folhas foi superior nos tratamentos que continham esterco caprino, diferindo estatisticamente dos demais.

Figura 13 ã Número de folhas das plantas de *Anacardium occidentale* L. (cajuí); *Senna acuruensis* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); *Psidium guajava* L. (goiaba); e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com esterco.

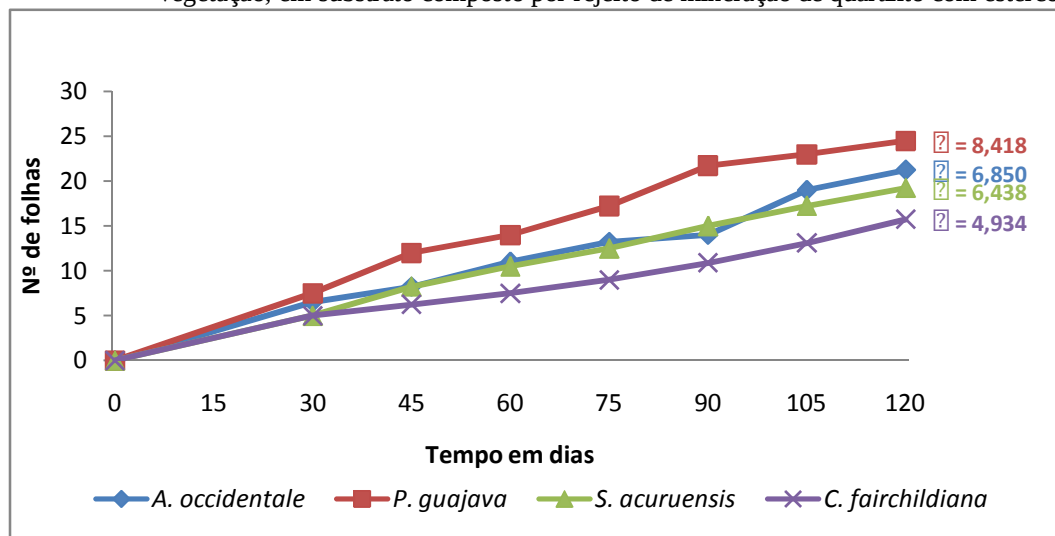
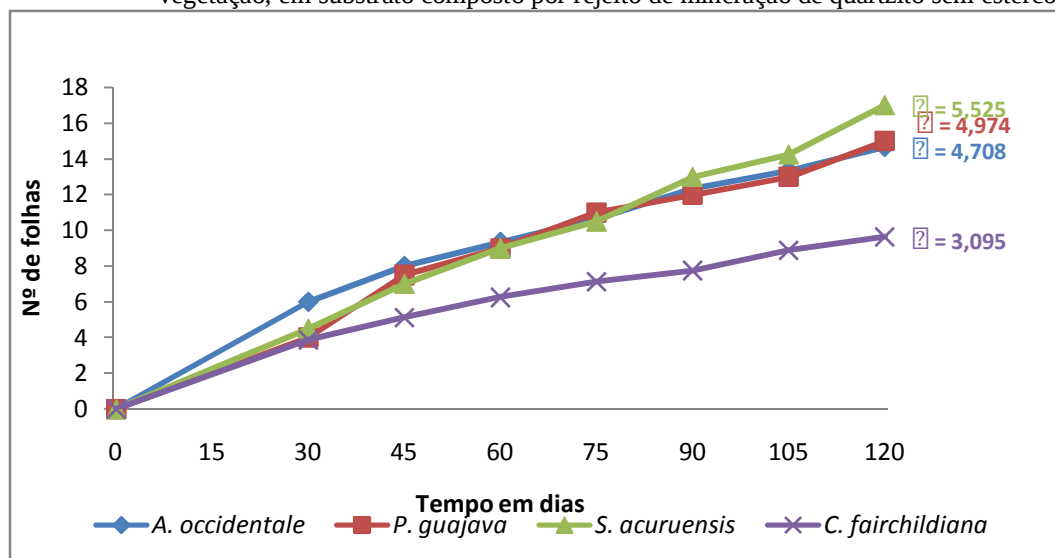


Gráfico 14 ã Número de folhas das plantas de *Anacardium occidentale* L. (cajuí); *Senna acuruensis* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (besouro); *Psidium guajava* L. (goiaba); e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (sombreiro) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito sem esterco.



4.5 Matéria seca

Na comparação das fitomassas entre os tratamentos rejeito com e sem esterco, apenas a espécie *P. guajava* apresentou diferença significativa (Tabela 3). Comparando diferenças entre espécies, *C. fairchildiana* foi a que produziu mais matéria seca, nos dois tratamentos. As outras espécies produziram quantidades similares, exceto a espécie *P. guajava* no tratamento sem esterco, que produziu menos.

Tabela 4 ñ Produção de fitomassa (g) das espécies testadas em função do tempo (120 dias) para os diversos tratamentos.

Espécie	Rejeito com esterco (g)	Rejeito sem esterco (g)
<i>Clitoria fairchildiana</i> R. A. Howard	76,61aA	65,96aA
<i>Psidium guajava</i> L.	59,91aB	16,43bC
<i>Anacardium occidentale</i> L.	50,86aB	35,86aB
<i>Senna acuruensis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	46,88aB	36,05aB

Valores de letras minúsculas iguais na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Resultados obtidos da matéria seca das raízes tanto quanto da parte aérea é uma das melhores e mais importantes variáveis para estimar o crescimento inicial das mudas, observando que a sobrevivência é maior quanto maior for o sistema radicular, havendo correlação com a altura da parte aérea da planta (GOMES; PAIVA, 2006). Isto posto, segundo Felfili et al. (2001) a produção de matéria seca consiste no melhor índice de crescimento do vegetal.

Embora a utilização do esterco adicionado ao rejeito seja benéfica para o crescimento e desenvolvimento das plantas, é uma alternativa que pode onerar o processo de recuperação da área, pois nem sempre está disponível na região da mineração (ALMEIDA, 2006).

Em alguns casos, é preferível, ao minerador, fazer a correção do rejeito com fertilizante e matéria orgânica, incluindo esterco, composto, bagaço de cana ou casca de arroz (BARTH, 1989). Outra opção seria a utilização do *topsoil*, que traz uma enorme vantagem em relação ao esterco, pois é removido da mesma área ou de área contígua a que se tem a pretensão de recuperar e é um fiel depositário das sementes e propágulos da vegetação e dos microrganismos locais (ALMEIDA, 2006), enquanto o esterco é transportado de outras regiões e possibilita a entrada de espécies exóticas à área em recuperação.

Entretanto, os benefícios físicos e químicos oriundos da incorporação da matéria orgânica para o crescimento e desenvolvimento de espécies vegetais são bastante documentados. Mendes Filho (2004) demonstrou em trabalhos com reabilitação de áreas degradadas pela mineração de cassiterita que a adição de compostos orgânicos é especialmente importante para o estabelecimento das plantas e microbiota do solo.

Conforme demonstrado por Leopoldino (2000), sete meses após o plantio a produção de biomassa aérea seca de herbáceas semeadas em malhas de taboa em área degradada, foram obtidos melhores resultados nos tratamentos em que as sementes foram semeadas em misturas com compostos orgânicos.

Cosme (2000), trabalhando com substrato oriundo do estéril da lavra e beneficiamento de ouro detectou crescimento da produção de biomassa da parte aérea quando houve incorporação de matéria orgânica ao estéril. Almeida (2006), encontrou maior desenvolvimento da planta indicadora *Joannesia princeps* Vell., utilizando esterco de animal quando comparado com o uso da camada de *topsoil*.

4.6 Recuperação de área degradada

A recuperação e colonização natural em ambientes de exploração de rochas ocorre lentamente (CULLEN et al., 1998), e é agravada pela ausência de matéria orgânica, baixa fertilidade e excesso de acidez no solo.

A falta de matéria orgânica justifica o uso de esterco caprino na atividade de recuperação. A adubação orgânica promove resposta positiva em áreas degradadas quando observada com diferentes forrageiras gramíneas e leguminosas na reestruturação de propriedades químicas e físicas de um solo degradado pela mineração de xisto (MOTTA NETO et al., 1995), e na produção de matéria seca em área degradada, na qual aplicou-se 13,16 t ha⁻¹ de esterco de curral (FAVARETTO et al., 2000).

Observou-se que a adubação orgânica com adição de 2,6 t esterco de curral por ha e adubação mineral aplicada ao rejeito estéril de quartzito influenciou o estado nutricional da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (AMARAL et al., 2012).

As plantas de cobertura como as forrageiras são de grande interesse no processo de recuperação ambiental uma vez que exercem função na reconstituição das características físico-químicas do substrato, na (re)ciclagem de nutrientes, no aporte de matéria orgânica e na melhoria da fertilidade (FAGERIA et al., 1991; NOVÁK; PRACH, 2003) propiciando, com

tais atributos o estabelecimento de espécies vegetais mais exigentes (BAGGIO; CARPANESSI, 1987).

Para viabilizar e garantir o sucesso da ação antrópica na recuperação e reabilitação de áreas degradadas, em fase inicial, é necessário selecionar espécies vegetais rústicas capazes de produzir grande quantidade de matéria seca (MEDEIROS et al., 1987). As espécies selecionadas (*A. occidentale*, *S. acuruensis*, *C. fairchildiana* e *P. guajava*) apresentam estes atributos, mas não se conhece o comportamento delas sob influência da adubação orgânica esterco de caprino com adição de rejeito oriundo da mineração de quartzito.

O efeito recuperador da adubação mineral e orgânica nas características químicas do solo em área degradada foi observado por Lucchesi et al. (1998) e Motta Neto et al. (1995).

O uso de material orgânico em solos com baixo pH e pouca fertilidade, permite o aumento da capacidade de troca catiônica (CTC); correção da acidez (SANTOS ET AL., 2002), Além de promover a complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes (LEITE; GALVÃO, 2008).

Além disso, o objetivo prioritário, na fase inicial de recuperação, é a reabilitação da função e das atividades básicas do ecossistema, sendo urgente a minimização efetiva dos agentes impactantes, por meio de ações céleres que promovam a cobertura imediata do solo (ROVEDDER; ELTZ, 2008).

Na mina de manganês de Icomi, na Serra do Navio, Amapá, os locais minerados, de depósitos de rejeito e estéril foram reabilitados e a floresta se recompôs, muito embora, com a paralisação das atividades de mineração gerou-se uma polêmica envolvendo aspectos geológicos, econômicos, sociais e ambientais, por causa da contaminação da região pelo arsênio, a partir dos depósitos de resíduos deixados pela empresa (BARRETO, 2001).

4.7 Rejeito de mineração de quartzito e produção do espaço pelo uso dos mineradores

Com as observações realizadas nas frentes de lavras, detectou-se que a extração do quartzito tem gerado diversos danos ambientais, os quais estão visíveis na paisagem local, especialmente na flora.

No tocante aos impactos negativos, destacam-se, as alterações nos primeiros horizontes do solo, a destruição da vegetação nativa, poluição da água do rio Poti, lavras abandonadas (Figura 15), vibrações e ruídos, além do impacto visual que causa desconforto ao observador. Assim sendo os processos sociais e tecnológicos vão modelando o espaço de

acordo com os sistemas de produção incorporados e estes tomam novas modelagens que dão lugar a outros sistemas que gera nova organização do espaço (CORRÊA, 2000).

Figura 15. Área de extração artesanal de quartzito, abandonada, proporcionando acúmulo de água e causando dano ambiental. Mina localizada no município de Castelo do Piauí, PI.



Foto: Albino, 2005.

Existem ainda os conflitos gerados devido ao uso inadequado e ocupação do solo, a exemplo de lavras ou barreiros abandonados com água de chuva e animais mortos no período chuvoso. Impactos esses que decorrem de uma não fiscalização do poder público, enquanto normatizador e gestor das questões legais relacionadas ao uso e ocupação do solo. No entanto, os impactos positivos de natureza socioeconômica estão relacionados à geração de emprego e renda local e a exportação do quartzito polido para a Espanha e Chile. Outro impacto positivo é a utilização do rejeito em aterros de estradas vicinais e da construção civil. Vale salientar que o rejeito abandonado propicia na área degradada a rebrota da vegetação rasteira, possibilitando aos animais em especial, os rebanhos de caprinos se alimentarem.

A inovação talvez seja o ponto de partida para inserir a mineração na lógica do desenvolvimento sustentável, neste contexto, sabendo-se que é uma atividade que tem potencial de impactar o meio ambiente, deve-se destacar medidas que promovam a proteção e recuperação de áreas degradadas que efetivamente afetem a comunidade local. óNão há

dúvidas que a vida e a economia das coletividades humanas se encontram em constantes e múltiplas relações com a paisagem física que as enquadra, isto é, o relevo do solo (GEORGE, 1993, p. 39).

Sendo assim as inter-relações de impactos ambientais causados pela atividade mineradora têm benefícios socioeconômicos do âmbito local ao global. Enfim, a mundialização das economias e os avanços nos meios técnico-científico-informacionais são formados a partir das ações dos agentes modificadores do espaço que influenciam, modificam, controlam, planejam e gerenciam certas áreas como definiu Corrêa (2000).

4.8 Perfil socioeconômico dos mineradores

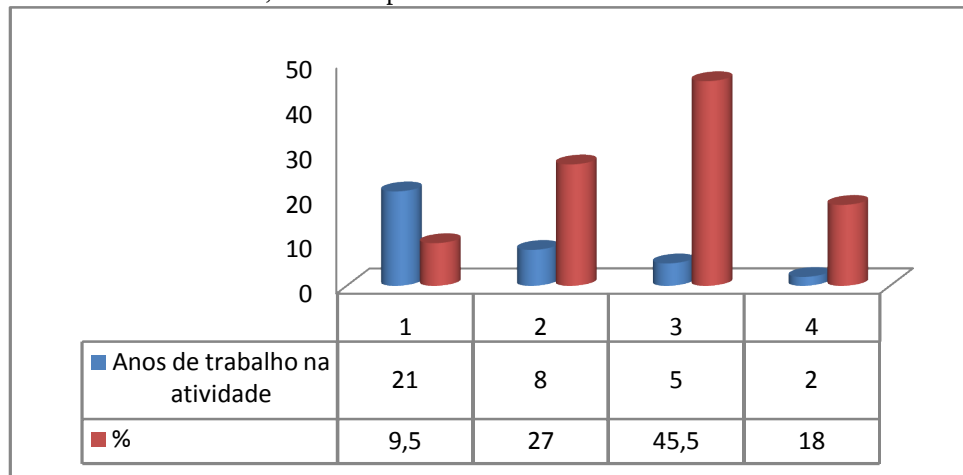
O perfil socioeconômico dos 55 mineradores da Empresa Rochas Ornamentais do Brasil Ltda (ECB) foi elaborado através da análise de 22 (40% dos mineradores) questionários aplicados e de entrevistas informais, após a aplicação do TCLE.

Quando perguntado sobre o tempo de trabalho na atividade mineradora, 2 (dois) mineradores trabalham há 21 anos, 6 (seis) estão há oito anos, 10 (dez) trabalham há 5 (cinco) anos e 4 (quatro) estão há menos de dois anos (Figura 16). Todos têm uma jornada de trabalho de 46 horas semanais, com descanso no sábado e domingo. Possuem vínculo empregatício e a empresa fornece transporte e alimentação. A maior e menor idade entre os mineradores foi de 54 e 20, respectivamente. Como a atividade de extração exige vigor físico, as pessoas recrutadas geralmente são as mais jovens. Analisando os rendimentos por minerador, constata-se que o PIB desta parcela trabalhadora não reflete sobre o desenvolvimento econômico e social para a população local, pois todos ganham apenas um salário mínimo.

A maioria dos mineradores tem predominantemente, baixo nível de escolaridade, apenas três (3) dos 22 entrevistados têm ensino médio. Resultados similares foram constatados por (ALBINO, 2005). Esse aspecto é preocupante, pois nesse contexto, significa que para atuar na profissão de minerador não há necessidade de avançar nos estudos.

Para a análise da naturalidade dos trabalhadores o objetivo foi traçar um perfil que permita identificar se efetivamente a atividade propicia geração de renda a pessoas da região.

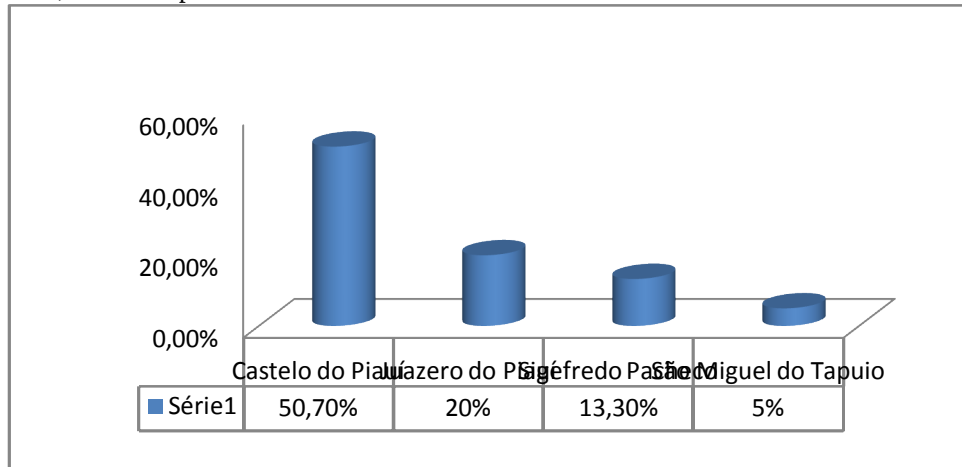
Figura 16 Distribuição comparativa do tempo de trabalho dos mineradores da ECB na atividade mineradora, no município de Castelo do Piauí.



Fonte: Autora, 2014.

Verificou-se que 50,7% dos trabalhadores são oriundos de Castelo do Piauí; 20,0% de Juazeiro do Piauí, 13,3% são originários do município vizinho de Sigefredo Pacheco, 5% dos municípios de São Miguel do Tapuio (Figura 17). Nesse contexto a migração rural-urbano é pequena. Em dado momento, dos trabalhos de coleta das informações, discutiu-se sobre o porque dos mineradores continuarem nessa atividade apesar da baixa remuneração do seu trabalho, várias formas explicativas foram apresentadas, dentre tantas aproximadamente 50% dos entrevistados foram categóricos em afirmar que se não existisse a mineração a única solução de sobrevivência seria migrar para São Paulo. Esses dados indicam o quanto a atividade mineradora é importante na geração de emprego e renda para as pessoas da região.

Figura 17 Distribuição comparativa da composição de naturalidade dos trabalhadores da ECB, no município de Castelo do Piauí.



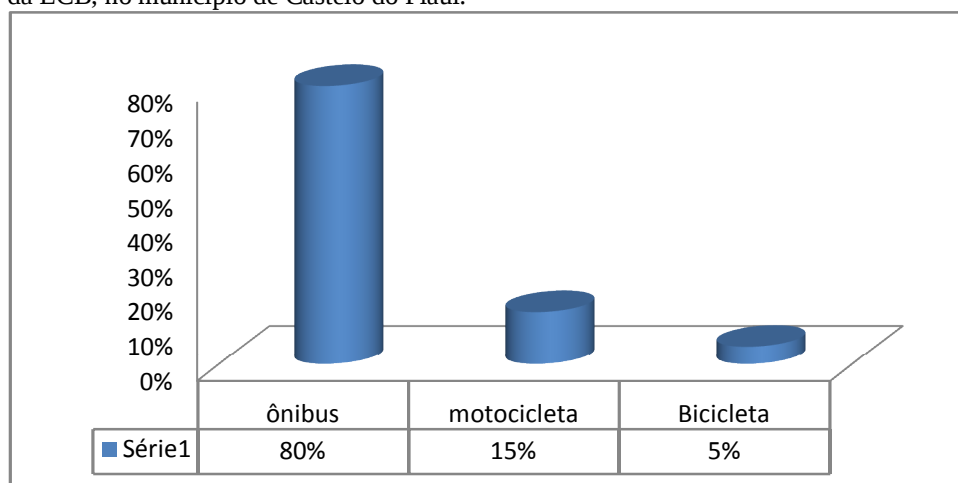
Fonte: Autora, 2014.

Muitos mineradores viajam de 5 a 15 km para chegar até a lavra. A maioria (80%) se desloca no ônibus da empresa ECB, enquanto os demais deslocam-se de moto (15%) e bicicleta (5%), principalmente os que vivem no entorno da lavra (Figura 18).

Os trabalhadores que se deslocam no ônibus da empresa são os que moram nas cidades Juazeiro e Castelo do Piauí. E os que usam a motocicleta para seu deslocamento são os que moram em povoados próximos às sedes dos dois municípios. Já os trabalhadores que vão de bicicleta moram no entorno da empresa.

Na composição de familiares trabalhando na atividade mineradora apenas quatro (4) dos entrevistados têm parentes em outras empresas. Também é prática corrente da família do minerador desenvolver outras atividades para atender as demandas alimentícias básicas da família, tais como criações de caprinos, suínos, patos e galinhas, além da agricultura de subsistência no período chuvoso.

Figura 18 Distribuição comparativa da modalidade de transporte usada pelos mineradores da ECB, no município de Castelo do Piauí.



Fonte: Autora, 2014.

Essa particularidade dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí em ter a família ajudando na composição da renda familiar, desencadeia novos olhares e novas abordagens no contexto regional, podendo com isso, refletir nos arranjos produtivos e processo demográfico locais.

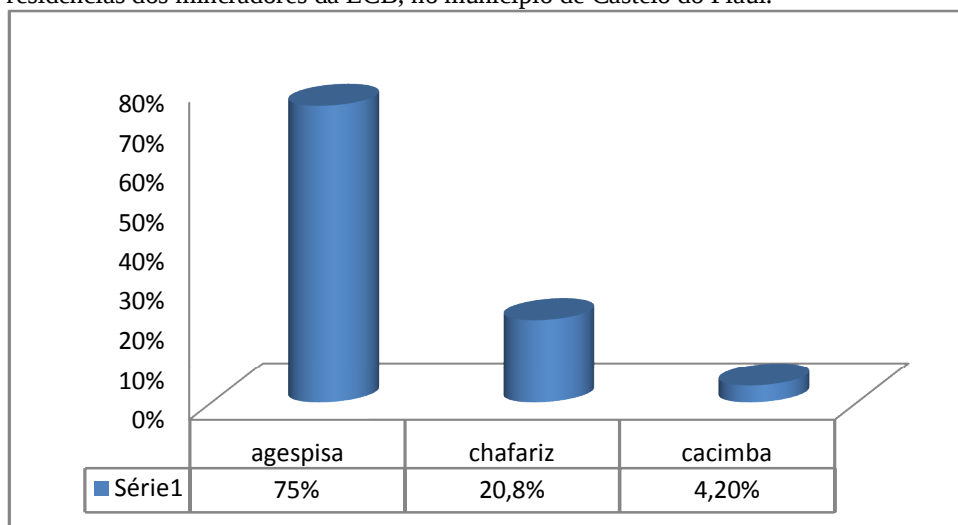
O número de filhos varia geralmente, de um a quatro com média de três filhos por família e 30% dos trabalhadores amostrados, não possuem filhos. Oito dos 22 mineradores entrevistados recebem benefício social do governo federal: o Bolsa Escola, ou o Bolsa Família. Isto significa que esta parcela de trabalhador tem filhos em idade escolar no ensino fundamental.

Residem em imóvel próprio, apenas 1 (um) entrevistado não tem casa própria, uma característica dos mineradores é a simplicidade das moradias geralmente de alvenaria e telha, mas sem reboco nas paredes e com banheiro fora da construção principal. Uma minoria reside em casa de taipa, especialmente os que vivem na zona rural. Ressalta-se que a dinâmica exploratória do solo local, trouxe impactos diversos tanto sociais quanto ambientais, mais ajudou a população a se manter em seus domicílios rural ou urbano. De certa forma, a mineração contribui com a formação e união familiar, fixando o patriarca no município.

Na distribuição do abastecimento d'água, 75% dos trabalhadores amostrados informaram possuir em suas residências, água fornecida pela companhia de abastecimento de água do Piauí (agespisa), 4,2% de cacimba, 20,8% de chafariz (Figura 19). Esses dados revelaram quanto ainda falta avançar os programas governamentais destinados a beneficiar um maior número de localidades e residências da zona rural com as comodidades e os benefícios pela distribuição de água potável.

Constantes reclamações foram relacionadas ao sistema de abastecimento d'água quanto à qualidade do produto e da irregularidade na distribuição. A parcela (25%) que não é beneficiada pela agespisa sofre ainda mais, pois consome água sem tratamento. Fato preocupante uma vez que a falta de tratamento da água gera a aquisição de uma série de doenças.

Figura 19 Distribuição comparativa da modalidade de abastecimento de água nas residências dos mineradores da ECB, no município de Castelo do Piauí.



Fonte: Autora, 2014

Na distribuição do abastecimento de energia elétrica 95% dos trabalhadores entrevistados dispõem de energia elétrica em suas residências enquanto 5,0%, notadamente da zona rural, não possuem a comodidade deste benefício. Esses dados revelam o quanto os programas governamentais criados para beneficiar um maior número de localidades e residências da zona rural com as comodidades e os benefícios proporcionados pela energia elétrica avançaram na região.

Todos utilizam o Sistema Único de Saúde (SUS) para cuidar da saúde. Quando perguntados quanto à visita regular de médicos, enfermeiros ou agentes de saúde, 80% dos trabalhadores entrevistados afirmaram receber em suas residências a visita destes profissionais, especificamente agentes de saúde, 15,% nunca receberam nenhuma visita e 5% afirmaram que recebem a visita, porém de maneira irregular.

Quando perguntados sobre a preocupação com o meio ambiente, a maioria disse que se preocupa, mas não sabem como proceder diante daquele cenário degradado, observou-se que falta conhecimento e para adquiri-lo é preciso oportunidades nas escolas de disciplinas que discutam os problemas relativos ao meio ambiente. E o que se constata é que o território

da mineração se distingue pela grande escala e heterogeneidade da paisagem, caracterizado pelo empilhamento de estéril e rejeito, pela desertificação populacional e pelo extrativismo mineral.

Assim, o território da extração do quartzito em Castelo do Piauí configura-se de acordo com as investidas do capital interno e externo, em momentos históricos distintos, podendo com isso, interferir *óin loco* nos arranjos extrativistas locais, onde esteja instalada uma empresa de extração de quartzito.

De acordo com os resultados obtidos, muitas consequências de problemas sociais e familiares estão presentes na maioria dos trabalhadores entrevistados. Uma das mais importantes, não citadas no questionário, porém diagnosticado através de entrevistas informais, é o fato dos trabalhadores que comprometem sua saúde no trabalho pesado da extração mineral na pedreira acabar demitidos, sem qualquer tipo de seguro, licença remunerada ou aposentadoria. Assim sendo, pode-se afirmar que, em relação à situação sócio-econômica dos atores do processo produtivo na atividade, bem como sua família, ficou caracterizada pela realidade de problemas relacionados à educação, renda, condições de trabalho e saúde.

5 CONCLUSÕES

As espécies que apresentaram melhor desenvolvimento nos parâmetros avaliados foram *Clitoria fairchildiana* e *Anacardium occidentale*, considerando os dois tratamentos. A espécie *Senna acuruensis* foi a que apresentou o mais baixo desenvolvimento, embora seja uma espécie nativa e endêmica da área.

Assim, uma espécie nativa, *A. occidentale*, e uma exótica, *Clitoria fairchildiana*, são as espécies com maior potencial de recuperar mais rapidamente a vegetação local. Entretanto, outros parâmetros devem ser levados em conta na hora de selecionar as espécies para revegetar a área, como: benefícios para a comunidade, redução dos impactos ambientais, minimização da erosão, etc.

Em geral, o rejeito condicionado com esterco trouxe benefício no desenvolvimento das espécies.

Em relação à germinação, a espécie *Anacardium occidentale* foi a que apresentou o maior percentual, nos dois tratamentos.

A degradação ambiental, referentes às atividades de lavra de quartzito ornamental, em especial da empresa ECB, por ser a maior frente de lavra do município de Castelo do Piauí, trazem impactos positivos e negativos. Os impactos positivos estão ligados à geração de emprego e renda, proporcionados pela cadeia produtiva das rochas, que passa pela extração, beneficiamento, comercialização e exportação. Enquanto os impactos negativos estão relacionados ao meio físico, biótico e socioeconômico.

Quanto ao perfil socioeconômico dos mineradores, estes apresentaram baixo nível de escolaridade, residindo em imóveis simples, porém próprios, a maioria com abastecimento de água e energia, são atendidos pelo Programa de Saúde da Família, e a maioria é natural do Piauí. Assim, é percebido que nem sempre o acúmulo financeiro de um município representa qualidade de vida para sua população, configurando a falta de isonomia salarial, o que resulta em um espaço desigual.

6 REFERÊNCIAS

- ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Rochas Ornamentais no Século XXI. Disponível: www.abirochas.com.br, http://www.abirochas.com.br/noticia.php?eve_id=3397. Acesso 02.03.2015.
- ALBINO, R.S. **Florística e fitossociologia da vegetação de cerrado rupestre de baixa altitude e perfil socioeconômico da atividade mineradora em Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, Brasil**. Teresina. Universidade Federal do Piauí, 2005. 123p. Dissertação (Mestrado).
- ALMEIDA, A.D. **Uso da camada superficial do solo na revegetação do estéril da extração de granito**. Viçosa Universidade Federal de Viçosa, 2006. 58p. (Dissertação de mestrado).
- AMARAL, C.S; SILVA, E.B; AMARAL, W.G; NARDIS, B.O. Crescimento de *Brachiaria brizantha* pela adubação mineral e orgânica em rejeito estéril da mineração de quartzito. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 130-141, 2012.
- ARAÚJO, G.H.S.; ALMEIDA, J.R.; GUERRA, A.J.T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2013. 322p.
- ARAÚJO, W.B.M.; ALENCAR, R.D.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, E.V.; ANDRADE, R.C.; ARAÚJO, R.R. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. **Ciência Agrotécnica**, v.34, n.1, p.68-73, 2010.
- BAGGIO, A. J.; CARPANESSI, A. O. B. Alguns sistemas de arborização em pastagens. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 17, p. 47-60, 1987.
- BARROS, J.S.; CASTRO, A.A.J.F. Compartimentação geoambiental no Complexo Campo Maior, PI: uma área de tensão ecológica. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v.8, n.13, p.119-130. 2006.
- BARTH, R.C. Avaliação da recuperação de áreas mineradas no Brasil. **Boletim Técnico, SIC**, 1989. 91p.
- BAUMAN, Z. **Modernidade líquida**. Tradução: Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Zahar. 2001. 260p.
- _____. **Vidas desperdiçadas**. Tradução: Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Zahar. 2005, 85p.
- BITAR, O.Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo**. Tese de Doutorado. São Paulo: EP-Universidade de São Paulo, 185 p. 1997.
- BOSCOV, M.E.G. **Geotecnia ambiental**. Editora Oficina de texto. São Paulo. 2008. 248p.
- BOT, A.; BENITES, J. **The importance of soil organic matter, key to drought-resistant soil and sustained food production**. FAO Soil Bolletim, 2005. 80p.
- BRASIL. **Constituição** (1988) Brasília: Senado Federal.

CARPANEZZI, A.A.; COSTA, L.G.S.; KAGEYAMA, P.Y; CASTRO, C.F.A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., Campos do Jordão. **Anais...**São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v.3.

CASTILHO, C.J.M. de. Uma geografia urbana, sob os parâmetros teórico e metodológico do pensamento miltoniano: primeiros apontamentos para uma reflexão. **Revista de Geografia**. (Recife). v. 20, n. 1, p. 26-38. 2003a.

CASTILHO, , C.J.M. de. Primeiros apontamentos a uma geografia do trabalho. **Revista de Geografia**. (Recife). v. 25, n. 1, p. 65-87. 2003b

CEPRO. **Perfil dos municípios**. Teresina, 1998, p.420.

_____. **O Piauí hoje**: conjuntura econômica. Boletim analítico semestral. Teresina, 2003.

_____. **Diagnóstico do setor mineral piauiense**. Governo do Estado do Piauí, 2008.

CLAVAL, P. **A geografia cultural**. Florianópolis. Editora da Universidade Federal de Santa Catarina. 1999. 454 p.

COELHO, M.C.N. Impactos ambientais em áreas urbanas ã teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: CUNHA,S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, p. 19-45.

COGO, N.P.; LEVIEN R.; SCHWARZ, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.743-753, 2003.

CONTE.E.;ANGOUGHINONI,I.;RHEINHEIMER.D.S. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatase ácida após aplicação de fosfato em solo no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Solo**. V.26, p. 925-930. 2002.

COSME, J.R. **Estudo do perfil e rejeito da lavra e beneficiamento do ouro, visando a recuperação de áreas degradadas na mineração, em Teofilândia (BA)**. Salvador. Universidade Federal da Bahia, 2000. 85p. (Dissertação de mestrado).

CORRÊA, L.R. Meio ambiente e metrópole. In: CORRÊA, L.R. **Trajetórias geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3ª Ed., 2005, p. 153-170.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. 4. Ed. São Paulo: Editora Ática, 2000.

COVERT, A. The effects of straw mulching on post-wildfire vegetation recovery in southeastern British Columbia. **BC Journal of Ecosystems and Management**. v.11, n.3, p.11-12, 2010.

CULLEN, W.R.; WHEATER, C. P.; DUNLEAVY, P.J. Establishment of species-rich vegetation on reclaimed limestone quarry faces in Derbyshire, UK. **Biological Conservation**, Boston, v. 84, n.1, p. 25-33, 1998.

DNPM. **Mineral negócios: guia do investidor no Brasil**. Brasília-DF. 146p.

CPRM. **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Carta Hidrogeológica. Folha SB 23XB ã Caxias (MA), 2000.

DIAS, E.G.C.S.; SÁNCHEZ, L.E. Deficiências na implantação de projetos submetidos à avaliação de impacto ambiental no Estado de São Paulo. **Revista de Direito Ambiental**, n.23, p.163-204, 2001.

DIAS, L.E.; GRIFFITH, J.J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.1-7. 1998.

DIAS, M.C.O. **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília, Embrapa. 1999. 370p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V.C. Improving nutrient use efficiency of annual crops in: Brazilian acid soils for sustainable crop production. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.32, p. 1303-1319, 2001.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: M. Dekker, 1991. 476p.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Relatório Preparado para o CGEE. p.3, 2002.

FAVARETTO, N.; MORAES, A.; MOTTA, A. C. V.; PREVEDELLO, B. M. S. Efeito da revegetação e da adubação de área degradada na fertilidade do solo e nas características da palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 289-297, 2000.

FULLEN, M.A.; CATT, J.A. **Soil management ã problems and solutions**. Arnold Publisher, Londres, Inglaterra. 2004, 269 p.

GEORGE, P. **O homem na terra: a geografia em ação**. Tradução: João Gama. Lisboa: Edições 70. 1993. 184p.

GOLLEY, F.B.; MC GINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1978. 256p.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros Florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2006. 116p.

GÖTSCH, E. **Break-throught in agriculture**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995. 22p.

GRIFFITH, J.J. Recuperação conservacionista da superfície de áreas mineradas: Uma revisão de literatura. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1980. 106p. (Boletim Técnico n. 79)

GRIFFITH, J.J.; DIAS, L.E.; JUCKSCH, I. Recuperação de áreas degradadas usando vegetação nativa. **Saneamento Ambiental**, v.6, p.28-37, 1996.

GRIFFITH, J.J. Cinco subsistemas de recuperação ambiental: uma proposta de gestão holônica. In: ALBA, J. M. F. **Recuperação de áreas mineradas**: a visão dos especialistas brasileiros. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 61-74, 2007.

GUERRA, A.J.T.; Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A.J.T.; BAPTISTA, S. (Org), **Geomorfologia** ã uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro, Ed.Bertrand Brasil, 4ª ed., p.149-195. 2001.

GUERRA, A.T.G.; SILVA, A.S.; BOTELHO; R.G.M. **Erosão e Conservação dos Solos**: Conceitos, Temas e Aplicações. 4. ed. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil. 2009. 340p.

IBGE-FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil**. Região Nordeste. Rio de Janeiro, SERGRAF. IBGE, 1977.

IBGE. **Recursos naturais e meio ambiente**: uma visão do Brasil. 2 ed., Rio de Janeiro: IBGE, 1997.

IBRAM. **Mineração e meio ambiente**. IBRAM, Belo Horizonte, 1987. 59p.

JANICK, J.A. **Ciência de horticultura**. Freitas Bastos S.A. Rio de Janeiro, 1968. 585p.

KIMMINS, J.P. **Forest ecology**. New York: Collier Macmillan Canada, 2. ed. 1987; 184 p.

LABORIAU, L.G. **Germinação das sementes**. Washington, D.C.: OEA, 1983. 174p.

LEITE, L.F; GALVÃO, S.R.S. Matéria orgânica do solo: funções interações e manejo em solo tropical. In: ARAÚJO, A.S.F; LEITE, L.F.C; NUNES, L.A.P.L; CARNEIRO, R.F.V. (Ed) **Matéria orgânica e organismos do solo**. Teresina EDUFIP, 2008. 19p.

LEOPOLDINO, F.S. **Aplicação de compostos orgânicos sobre malhas de taboa (*Typha* sp) na recuperação de uma área degradada no Sul da Bahia**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2000, 42p. (Dissertação de mestrado)

LINS, R.C. **Bacia do Parnaíba**: aspectos fisiográficos. Recife: IJNPS, 1978. 173p.

LUCHESI, E.B.; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo**. 2. ed. Freitas Bastos Editora, 2002. 159p.

LUCCHESI, L.A.C. **Influência de sucessões de culturas forrageiras e a adubação sobre a recuperação de um solo degradado pela mineração do xisto e sobre sua mesofauna edáfica (Acari e Collembola)**. 1998. 252 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal Paraná, Curitiba, 1998.

MARQUES, E.T. **Identificação de áreas potenciais para a disposição de rejeitos de mármore e granito em Cachoeiro de Itapemirim-ES através de análise multi-critério.** Viçosa, Universidade de Viçosa, 2001, p.117, (Dissertação de Mestrado).

MEDEIROS, J.C.; MIELNICZUK, J.; PEDO, F. Sistema de culturas adaptadas à produtividade, recuperação e conservação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 199-204, abr. 1987.

MENDES FILHO, P.F. **Potencial de reabilitação do solo de uma área degradada através da revegetação e do manejo microbiano.** Piracicaba, Escola Superior de Agricultura óLuiz de Queiroz 2004. 89p. (Tese de doutorado).

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002. 625p.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo.** Tradução de Dulce Matos. Lisboa: Publicações Instituto Piaget. (Epistemologia e Sociedade). 1991.

MOTTA NETO, J.A. **Avaliação do uso de forrageiras e de adubação na recuperação de propriedades químicas e físicas de um solo degradado pela mineração do xisto.** 1995. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Paraná, Curitiba, 1995.

NOVÁK, J.; PRACH, K. Vegetation succession in basalt quarries: pattern on a landscape scale. **Applied Vegetation Science**, Knivsta, v. 6, n. 2, p. 111-116, 2003.

OLIVEIRA Jr.J.B.; COELHO, M. Ottomar. **Mineração S.A. ã Plano de Recuperação de áreas degradadas:** Espaço Alfa. 1994.

OZÓRIO, T.F. Uso de serapilheira para a recuperação de áreas degradadas. **Folha Florestal**. nº 93, p. 7-9, 1999.

PAIVA, A.Q.; ARAÚJO, Q.R. Fundamentos do manejo e da conservação dos solos na região produtora de cacau da Bahia. In: VALLE, R.R, **Ciência, tecnologia e manejo do cacau.** 2ª Ed. Brasília, DF, 2012. p.688.

PÉLLICO NETTO, S.; WEBER, S.H. Custos sociais. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**. v. 6, n. 1 p. 121-126, 2008.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** Piracicaba, Nobel. 468p.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; REIS, L.L.; MARQUEZ, S.S. Sistema de plantio adensado para a revegetação de áreas degradadas da Mata Atlântica: bases ecológicas e comparações de custo/benefício com o sistema tradicional. **Munich**, v.4, p. 30-41, 1997.

PRADO, M.R. **Nutrição de plantas.** São Paulo. UNESP, 2008. 400p.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF/Escola Superior de **Agricultura** óLuiz de Queiroz, 2000. 427 p.

PTALTZGRAFF, P.A.S.; TORRES, F.S.M.; BRANDÃO, R.L. **Geodiversidade do estado do Piauí**. CPRM. Recife. 2010. 176 p.

QUEIROZ, J.M.O.; DANTAS, A.C.V.L.; ALMEIDA, V.O.; BARROSO, J.P. Emergência de plantas e crescimento inicial de tamarindeiro em diferentes substratos. **Magistra**. v. 23, n.4, p. 221-227, 2011.

RAIJ, B.; CANTANELLA H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Boletim Técnico 100: recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. São Paulo. Campinas, 1997.

RESENDE, A.V.; KONDO, M.K. Leguminosas e recuperação de áreas degradadas. **Informe Agropecuário**, v. 22, p. 46-56, 2001.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2003.

RODRIGUES, R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.; MELLO, J. (Eds.) **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/SOBRAD, 1998. p. 203-215.

ROMERO, A.G.; JIMÉNEZ, J.M. **El paisaje en el ámbito de la geografía**. Cidade do México: Instituto de Geografía. 2002. 137 p.

ROSSETTI, A.G. Tamanho de área e precisão de experimentos de campo com cajueiro em função do número de repetições. **Agrotrópica**. V.12, n.1, 35-40p. 2000.

ROVEDDER, A.P.M.; ELTZ F, L.F. Desenvolvimento do *Pinus elliottii* e do *Eucalyptus tereticornis* consorciado com plantas de cobertura, em solos degradados por arenização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 84-89, 2008.

SÁBATO, E. **Homens e engrenagens**: reflexões sobre o dinheiro, a razão e a derrocada de nosso tempo. Tradução: Janer Cristaldo. Campinas- SP: Papirus, 1993.

SANTOS, M. **Técnica espaço tempo ã globalização e meio técnico-científico informacional**. São Paulo: Editora Hucitec, 1998. 94p.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. 215p.

SILVA JR., W.M.; MARTINS, S.V. Recuperação de áreas degradadas: um enfoque ecológico. **Folha Florestal**. Nº 98. p. 19-21, 2000.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 21, n.2, p. 313-319. 1997.

SILVA, K.E. **Adequação química e física para a revegetação de um rejeito de mineração de ferro**. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa. 1993. 80p. Dissertação (Mestrado).

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry**: genesis, composition, reactions. New York: J. Willey, 1994. 496p.

SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v.75 p.81-86, 1988.

THOMAZ, E.L.; ANTONELI, V. Erosão e degradação do solo em área cultivada com erva-mate (*Ilex paraguariensis*). **Geociências**. v. 27, n.1, p.21-31. 2008.

TOY, T.J.; GRIFFITH, J.J.; RIBEIRO, C.A.A.S. Planejamento a longo prazo da revegetação para o fechamento de minas a céu aberto no Brasil. **Revista Árvore** v.25 n.4, p. 487-499. 2001.

VAZ SILVA, P.P. Agroforestería en Brasil: una experiencia de regeneración análoga. **Boletín de Ilea** v.16, p.5-7, 2001.

VIANA, B.A.S; ARAÚJO, J.L. Os impactos socioeconômicos e ambientais da atividade produtiva do pequeno minerador de materiais para construção civil no município de Teresina-PI. In: **ENCONTRO DA ANPPAS**, 3. Anais. Brasília-DF, 2006.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration Method. **Soil Science**, 37: 29-37. 1934.

WEST, D.C.; SHUGART, H.H.; BOTKIN, D.B. **Forest succession**: concepts and applications. New York: Springer-Verlag, 1981. 517p.

WILLIAMS, D.D.; BUGIN, A.; REIS, J.L.B.C. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - **IBAMA**, 1990. 96p.

WILLIAMSON, J.C.; ROWE, E.C.; HILL, P.W.; NASON, M.A.; JONES, D.L.; HEALEY, J. R. **Alleviation of both water and nutrient limitations is necessary to accelerate ecological restoration of waste rock tips**. Restoration Ecology, Malden, v. 19, n. 2, p. 194-204, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

- Ç 1 Há quantos anos trabalha nesta atividade? (_____)
- Ç 2 Quantas horas trabalha nesta atividade? (_____)
- Ç 3 Tem vínculo empregatício?(_____)
- Ç 4 Tem pessoas da família trabalhando nesta atividade? (_____)
- Ç 5 Qual outra atividade a família tem além da atividade mineradora? (_____)
- Ç 6 Tem casa própria ?(_____)
- Ç 7 Qual a sua escolaridade? (_____)
- Ç 8 Tem assistência médica? (_____)
- Ç 9 Tem refeição ou lanche? (_____)
- Ç 10 Qual a distância de sua residência para a mina? (_____)
- Ç 11 Qual o meio de transporte usado para chegar ao local de trabalho? (_____)
- Ç 12 Quantos anos? (_____) Quantos filhos?(_____)
- Ç 11 Quanto à segurança do trabalho: Usa EPI? (_____)
- Ç 12 O senhor se sente bem com seu trabalho? (_____)
- Ç 13 Caso não trabalhasse nesta atividade, que outra opção teria? (_____)
- 14 ã Recebe algum benefício social do governo?(_____)
- 15 - No desenvolvimento da sua atividade você tem alguma preocupação com o meio ambiente? (_____)
- 16 - Em sua opinião, a atividade mineradora oferece desenvolvimento econômico e social para o município?
- 17 ã Qual a forma de abastecimento de água tem sua residência? (_____)
- 18 ã Qual a forma de abastecimento de energia tem sua residência? (_____)

APÊNDICE B - CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DO MINERADOR DA EMPRESA ROCHAS ORNAMENTAIS DO BRASIL LTDA. COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu, _____, RG/CPF/, abaixo assinado, concordo em participar do estudo ó Recuperação de Área Degradada por Mineração a partir do Uso de seu Rejeitoõ como sujeito. Fui informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora Rosemary Cordeiro Tôrres Brito sobre a pesquisa, os procedimentos envolvidos, bem como os possíveis riscos e benefícios em relação a minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer tempo, sem que isto cause qualquer penalidade ou prejuízo.

Teresina ã PI, ____/____/____

Rosemary Cordeiro T. Brito

Nome e assinatura do Morador _____RG _____ CPF _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar da pesquisa

Testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores)

Nome _____RG _____ CPF _____

Assinatura_____

Nome _____RG _____ CPF _____

Assinatura_____

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO E PARTICIPAÇÃO DA TÉCNICA NA PESQUISA

Aceito participar da pesquisa sobre Recuperação de Área Degradada por Mineração a partir do Uso de seu Rejeito, da professora Rosemary Cordeiro Tôrres Brito, aluna do curso de Doutorado em Geografia - DINTER realizado pela UFPE em convênio com a UESPI.

Declaro aqui que fui informada que a pesquisa pretende compreender a Recuperação de Área Degradada por Mineração a partir do Uso de seu Rejeito, e que os mineradores atribuem aos impactos ambientais e como estes afetam suas vidas, podendo ser benéficos ou não, considerando suas vivências e suas experiências nesse espaço minerado.

Como participante da pesquisa declaro que estou de acordo em ser entrevistada um ou outras vezes pela pesquisadora em local e duração previamente combinados () permitindo / () não permitindo a gravação das entrevistas.

Fui comunicada pela pesquisadora que tenho a liberdade de omitir resposta a qualquer pergunta, bem como recusar, a qualquer período, participar da pesquisa, interrompendo minha participação, temporária ou em definitivo.

() Autorizo / () Não autorizo que meu nome seja divulgado nos resultados da pesquisa, comprometendo-se, a pesquisadora, a utilizar as informações que prestarei somente para os objetivos da pesquisa.

Castelo do Piauí, PI, _____ de _____ 2014

Assinatura da Entrevistada

Nome do Entrevistado: _____

Atividade/ Cargo/Função: _____

Contato do Entrevistado: _____

Assinatura da Pesquisadora

APÊNDICE D ã FOTOS

A - Plantas de *A. occidentale*, em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com esterco à direita e à esquerda sem esterco.



B - Plantas *P. guajava*) em função do tempo de cultivo em casa de vegetação, em substrato composto por rejeito de mineração de quartzito com esterco à esquerda e à direita sem esterco.

