

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
CAMPUS PLANALTINA – FUP

MARCOS VINICIUS REZENDE DE ATAÍDE

**RECUPERAÇÃO DE ÁREA IMPACTADA PELA MINERAÇÃO DE NÍQUEL COM
USO DE ESPÉCIES VEGETAIS NATIVAS DO CERRADO, BARRO ALTO, GO.**

MARCOS VINÍCIUS REZENDE DE ATAÍDE

Trabalho de conclusão de Curso, apresentado ao
Curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial à
obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental

ORIENTADOR: FABIANA DE GOIS AQUINO

PLANALTINA, DF
2015.

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
.....	9
3. OBJETIVO	10
Objetivo geral	10
3.2. Objetivos específicos	11
4. MATERIAIS E MÉTODOS GERAIS.....	11
4.1. Caracterização da área de estudo	11
4.2. Espécies nativas de solos ultramáficos utilizadas	12
4.3. Espécies de Leguminosas condicionadoras de solo.....	12
4.4. Coleta e beneficiamento de sementes de espécies vegetais nativas.....	12
4.5. Delineamento experimental	13
CAPITULO 1.....	14
Avaliação da eficiência de três métodos de monitoramento da cobertura vegetal no processo de recuperação de áreas degradadas pela mineração de Ni, Barro Alto, GO.	14
RESUMO.....	14
ABSTRACT	15
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVO	18
3.2. Objetivos específicos	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1. Métodos de avaliação da percentagem de cobertura vegetal - monitoramento	18
3.2. Método Braun-Blanquet	19
3.3. Processamento digital	20
3.3.1 ArcGIS	20
3.3.2. ENVI	21
4. RESULTADOS	21
5. DISCUSSÃO	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
CAPITULO 2.....	26

Avaliação da cobertura vegetal pós-semeadura direta em áreas impactadas pela mineração de Ni com uso de espécies nativas de solos ultramáficos do Cerrado e leguminosas condicionadoras de solo, Barro Alto, GO.	26
RESUMO.....	26
ABSTRACT	27
1. INTRODUÇÃO.....	28
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
2.1. Método de análise da cobertura vegetal.....	31
2.2.1. Características ecológicas e botânicas analisadas.....	32
3. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
4.1. Análise da cobertura vegetal.....	34
4.2. Espécies nativas indicadas para a recuperação de áreas impactadas pela mineração de Ni. ...	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
.....	48
6.1. REFERÊNCIAS DA TABELA DE CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES.....	48

RESUMO

Tendo em vista a necessidade de medidas que mitiguem os impactos ambientais advindos das atividades econômicas, como a mineração, o presente estudo teve como objetivo geral desenvolver estratégias para a recuperação de área impactada pela mineração de níquel com uso de espécies vegetais nativas do Cerrado. A justificativa para a utilização de espécies vegetais nativas encontra respaldo na maior capacidade destas espécies em tolerar ambientes naturalmente ricos em metais, além disso, aumenta as chances de devolver parte da diversidade vegetal perdida pelos processos de exploração mineral. A recuperação de ambientes pós-atividade de mineração é desafiadora, pois o conhecimento da ecologia vegetal de ambientes peculiares ainda está no início. Somado a isto, estes ambientes possuem topografia acidentada e perda das características químicas e físicas originais do solo que implicam em um processo de recuperação complexo.

Visto isto, os objetivos específicos deste trabalho foram avaliar a cobertura vegetal proporcionada por distintos tratamentos com espécies nativas e leguminosas condicionadoras de solo e a combinação de ambos, como também testar distintas metodologias para avaliação inicial da cobertura vegetal. Tanto a implantação do método de recuperação quanto o monitoramento, são partes essenciais para o planejamento geral do processo de recuperação, pois subsidia ao tomador de decisões informações quanto à eficiência na obtenção dos dados frente aos objetivos pré-estabelecidos. Para este trabalho o objetivo pré-estabelecido foi quantificar a cobertura vegetal proporcionada por coquetéis compostos por espécies vegetais nativas, leguminosas condicionadoras de solo a mistura dos dois e um tratamentos controle, assim como indicar possíveis estratégias para recuperação da área. Para o monitoramento, após a semeadura a longo destes coquetéis foi feito um acompanhamento mensal durante um ano e dois meses, com intervalos durante o período da seca e um monitoramento em fevereiro do ano seguinte. Para a análise da cobertura vegetal utilizou-se métodos tradicionais, manuais-visíveis e métodos de análises de imagens. Os métodos foram avaliados segundo suas limitações e eficiência para o objetivo deste trabalho, posteriormente sendo indicado o método que melhor se adequou a análise da cobertura vegetal. As análises da cobertura com o método selecionado indicou as espécies nativas com um bom potencial para recuperação da área, pois apresentaram melhor cobertura vegetal.

Palavras chaves: Mineração, recuperação, cobertura vegetal, espécies nativas, monitoramento.

ABSTRACT

in view of the need for measures that mitigate the environmental impacts resulting from economic activities such as mining, this study aimed at studying the recovery area impacted by mining nickel with the use of native plant species of the Cerrado. The justification for the use of native plant species becomes of great encouragement amid the devastation and loss of biodiversity in the biome. The recovery of post-mining activity environments and challenging, because information on the flora present in these ecosystems are few and associated with this has topographic features and physical and chemical characteristics in the soil involving the recovery process becoming the most complex activity. Seen that the aim of this study was to evaluate the vegetative cover provided by different treatments with native species and soil conditioner pulses as test different methodologies for evaluation of vegetation cover.

After application recovery methods monitoring and essential part of planning, since it provides the borrower information decisions efficiency in data collection across the pre-established goals. For this work, the pre-established objective was to quantify the vegetation cover provided by cocktails composed of native plant species, soil conditioner legumes mixing the two and control treatments. For monitoring after planting to haul these cocktails was made a monthly monitoring for a year and two months, at intervals during the dry season and December and January the following year. For the analysis of the vegetation cover, we used traditional methods, visible-manuals and methods of image analysis. They were evaluated according to their limitations and efficiency for the purpose of this study, subsequently indicated the method best suited to the analysis of vegetation cover. The analysis of coverage to the selected method indicated the native species with good potential for recovery of the area as it showed better vegetation.

Keywords: Mining, recovery, vegetative cover, native plant, monitoring.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Cerrado ocupa em torno de 22% do território brasileiro perfazendo uma área de aproximadamente 2.036.448 km². Este bioma é uma das 25 áreas do mundo críticas para a conservação devido ao rico endemismo de espécies e à alta pressão antrópica que vem sofrendo (MMA, 2002; MITTERMEIER et al, 1997; MYERS et al, 2000; KLINK e MACHADO, 2005).

Diversas são as atividades antrópicas de cunho econômico que expõem as fragilidades do bioma Cerrado e aumentam os riscos relativos à manutenção da biodiversidade e do equilíbrio dos ecossistemas. Dentre estas atividades antrópicas destacam-se a urbanização não planejada, a pecuária, a agricultura predatória e a mineração.

A mineração no Cerrado impacta negativamente o ambiente, gerando passivo ambiental, tais como: poluição, conflitos de uso do solo, supressão da vegetação nativa ou impedimento de sua regeneração, alteração dos aspectos qualitativos da água, desencadeamento de processos erosivos e surgimento de áreas degradadas (SÁNCHEZ 1994, BITTAR 1997, SALOMÃO 1992, MECHI et al, 2010 GONÇALVES et al, 2013). Estes impactos podem abalar os ecossistemas, pois reduzem ou extinguem habitats, forçam imigração de espécies, causam mortes para espécies da fauna e da flora, a qual pode conter espécies raras ou ameaçadas de extinção, desequilibra os fluxos gênicos, além de outros fatores que alteram toda estrutura do ecossistema (MECHI et al, 2010)

O Níquel (Ni), explorado em algumas áreas do Cerrado, é considerado um metal eficiente devido à sua importância como matéria-prima na produção de aço inoxidável. As reservas de Ni encontram-se, em apenas algumas porções de alguns países tornando-o um metal raro (OLIVEIRA, 1982). No Brasil as mais expressivas reservas de Ni estão localizadas no Centro-Oeste em sua maior parte nos complexos ultramáficos do estado de Goiás, nos municípios de Barro Alto, Niquelândia e Canabrava, perfazendo uma reserva de quase duzentos milhões de toneladas (OLIVEIRA, 1982). A importância econômica desse metal motivou a exploração mineral na região há cerca de 30-40 anos.

Os solos que ocorrem nos complexos ultramáficos são caracterizados, de forma geral, por altos teores de Ni, Cromo (Cr), Manganês (Mn) e Cobalto (Co) e, de forma específica, por um excesso de Mg em relação ao Ca, por um forte desequilíbrio mineral e pelo baixo nível de nutrientes (N, P, K e Ca). A presença de metais em altas concentrações pode levar ao desenvolvimento de uma biota particular (WHITTAKER et al., 1954; PROCTOR e WODELL, 1975; BAKER et. al., 1992; JAFFRÉ et al., 1997).

A vegetação que cresce sobre estes tipos de solos parece altamente adaptada a sobreviver sobre condições do ambiente, desenvolvendo características de hiperacumulação de metais, que é um fenômeno que ocorre principalmente em solos ultramáficos ou serpentínicos (SANTOS 2013). Neste caso, as plantas metabolizam estes metais para que possam completar seu ciclo de vida já que elementos essenciais, como N, P e K, são escassos (KUMAR et al, 2013).

Devido às características particulares da vegetação nativa de solos ultramáficos, altamente associada ao tipo de solo, a recuperação de áreas degradadas pela mineração de Ni torna-se uma tarefa complexa e desafiadora, pois, pouco se sabe sobre a ecologia das espécies presentes em maciços ultramáficos.

A Legislação Brasileira no art. 1º do Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que regulamenta o art. 2º, VIII, da Lei nº 6.938/81, prevê o dever de recuperar no processo de estudo da viabilidade ambiental da atividade minerária, estabelecendo que os “empreendimentos que se destinem à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e do Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente um plano de recuperação de área degradada.” Porém, a legislação brasileira não indica como a recuperação do ambiente pode ser feita, sendo assim, diversas empresas apenas revegetam a área com plantas exóticas, sem levar em conta a sustentabilidade

do ecossistema original. Neste contexto, os estudos que avaliam a recuperação destes ambientes com espécies nativas são essenciais para aprimorar as estratégias de planejamento de recuperação de áreas degradadas pela mineração.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Em meio à degradação do bioma Cerrado ocasionadas pelas atividades econômicas vale ressaltar a importância da preservação do bioma a qual pode ser feito por medidas preventivas como também por medidas que recuperem danos, perturbações e degradações (CORRÊA, 2007). Dentre as atividades de cunho econômico que sufoca o bioma tem-se a atividade minerária.

Uma das consequências primárias da degradação na atividade minerária é a supressão da vegetação nativa, quando, após sua retirada, os solos ficam vulneráveis à erosão (HARIDASAN, 1994). O controle da erosão pode ser feito através de bioengenharia, retorno das atividades biológicas, como revegetação e incorporação de matéria orgânica ao sistema.

A recuperação de áreas degradadas visa o retorno do ambiente alterado a condições mais favoráveis proporcionando melhoras nas condições físicas químicas e biológicas. Já a restauração ecológica, surge com a proposta de restabelecer algo degradado próximo ao ecossistema original trazendo a diversidade, estrutura e dinâmica do ecossistema onde para tanto é necessário a utilização de espécies nativas da área (PRIMACK & RODRIGUES, 2002).

Para áreas mineradas, a restauração ecológica é um processo altamente desafiador, uma vez que os ambientes degradados perderam as características biológicas, físicas e químicas. Assim, retornar o ambiente degradado a algo próximo do original pode ser uma meta inatingível, mas que deve ser colocada como ponto de partida para selecionar as espécies que comporão as estratégias de recuperação.

Os primeiros trabalhos de recuperação de áreas mineradas ocorreram por volta da década de 70 e ambos utilizam espécies exóticas (ROCHA 1985, WILLIANS et al, 1992). Recentemente as empresas mineradoras buscam melhores métodos para a recuperação do ambiente (PATRÍCIO, 2009), porém são escassos os trabalhos que utilizam espécies nativas na recuperação do ambiente.

São vários os fatores que dificultam ou impedem o estabelecimento e o desenvolvimento de plantas em áreas mineradas, dentre estes tem-se: a compactação da superfície exposta, áreas

íngremes que favorecem o escoamento superficial, baixa capacidade de retenção de água e a baixa concentração de nutrientes no substrato os quais somados, tornam as áreas mineradas desfavoráveis ao desenvolvimento do componente biótico (CORRÊA, 2007).

O recobrimento do solo é a primeira medida para situações em que o solo fica totalmente exposto (NBL, 2013). O recobrimento em taludes torna-se complexo devido ao alto grau de declividade e dificuldade em selecionar espécies que se adequem as condições edáficas-climáticas do ambiente.

Os métodos para recuperação de áreas degradadas apresentam diferenças quanto à eficiência na evolução da cobertura do solo e dependem, basicamente, da combinação das espécies vegetais utilizadas. O uso de sacos de aniagem, tela vegetal, malha de taboa, plantio em covas e hidrossemeadura são métodos comuns utilizados em áreas de taludes. A vegetação tem o papel importante na redução da erosão por interceptar a água das chuvas (diminuindo o escoamento superficial) e por estabilizar o solo através da densa rede de raízes formada no solo subsuperficial (LIMA et al, 1991).

Quanto à seleção de espécies, a mistura de gramíneas e leguminosas é quase sempre a opção escolhida para compor o estrato rasteiro. As gramíneas possuem um sistema radicular fasciculado e abundante podendo agir na área como uma rede que segura o solo e o torna mais resistente aos impactos da chuva (LIMA et al, 1991). As leguminosas apresentam função importante, pois conseguem assimilar substâncias orgânicas e estabelecer relações com microrganismos benéficos, aumentando a fertilidade e a atividade microbiológica de solos empobrecidos (ESPINDOLA et al, 2013).

Segundo Correa (2007), os teores de matéria orgânica em substratos que recebem plantios mistos de leguminosas com espécies de outras famílias são maiores do que em substratos cobertos com plantios mais simplificados.

3. OBJETIVO

Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi subsidiar o desenvolvimento de estratégias para recuperação de áreas impactadas pela mineração de Ni com uso de espécies vegetais nativas do Cerrado que ocorrem em solos ultramáficos, bem como plantas condicionadoras, em Barro Alto, GO.

3.2. Objetivos específicos

- I. Avaliar métodos para monitoramento da cobertura vegetal
- II. Indicar métodos eficazes na avaliação da cobertura vegetal
- III. Quantificar a cobertura vegetal proporcionada pelos coquetéis de sementes utilizados como estratégia para recuperação das áreas impactadas pela mineração;
- III. Discutir algumas estratégias, baseada no presente trabalho, para recuperação de áreas impactadas pela mineração de Ni.

4. MATERIAIS E MÉTODOS GERAIS.

4.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo está localizada em Barro Alto, GO. A área fica em torno de 578 m de altitude, apresentando uma média de precipitação anual de 1524 mm e temperatura média anual de 24,7°C. O tipo climático, segundo Köppen, é Aw (clima tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno). O período mais chuvoso ocorre em janeiro 284 mm e o mais seco em julho com 5 mm. O relevo varia de forte ondulado a ondulado, apresentando solos derivados de rochas serpentinizadas, que apresentam 70% de metais máficos, ricos em alguns metais pesados como Cr, Ni, Mn, Zn, Co, Pb, e pobres em Al, e Ca, N P K (Andrade et al 2008). A vegetação da área nativa é predominantemente formada por Campo Sujo e Campo Rupestre (Figura 1), com dominância de espécies das famílias Poaceae e Asteraceae (AQUINO et al., 2011).

O experimento de recuperação de áreas degradadas foi instalado em área onde houve depósito de material estéril (Figura 1). O estéril é um material natural, desprovido de valor econômico para a mineração, que é retirado da mina para liberar o minério que ocorre em camadas mais profundas do solo. O material estéril é depositado em pilha de contenção formando taludes.

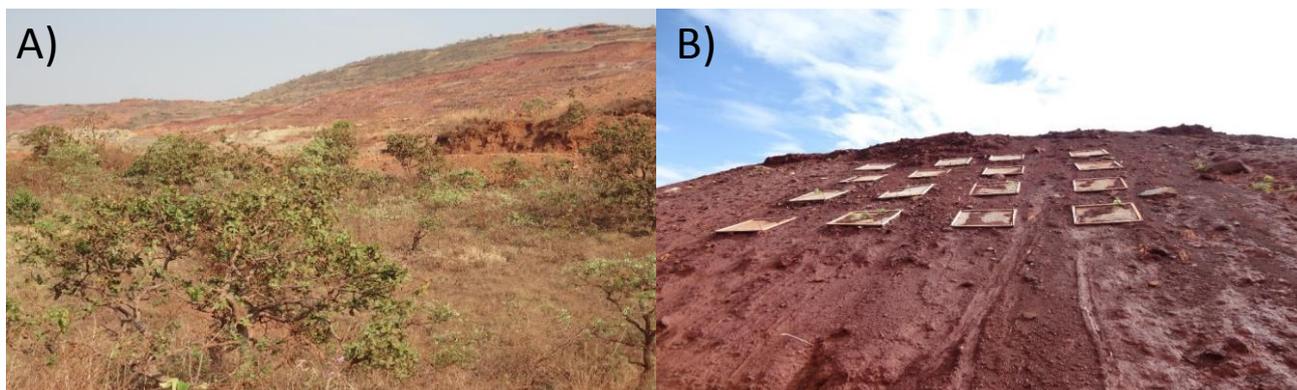


Figura 1: A. Manchas de Cerrado e Campo Sujo contendo áreas desmatadas pela prospecção mineral. B. Pilha de contenção formando talude, utilizado para o experimento de recuperação de área degradada.
Fonte: Projeto Relações entre os metais do solo e a biodiversidade no Cerrado: ferramentas para a conservação ambiental e a recuperação de áreas degradadas, 2011-2013

4.2. Espécies nativas de solos ultramáficos utilizadas

As espécies nativas foram selecionadas a partir: do levantamento florístico realizado em 2008 (Aquino et al. 2011), dos resultados dos testes de germinação realizados para diversas espécies, em laboratório na Embrapa Cerrados, e da capacidade das espécies em colonizar ambientes alterados (observação de campo). As espécies utilizadas foram: *Axonopus chrysoblepharis* (Lag.) Chase; *Aspidosperma* sp; *Bahunia cf. rufa* (Fabaceae); *Gymnopogon spicatus* (Spreng.) Kuntze (Poaceae); *Heliotropium salicioides* Cham (Boraginaceae); *Jacquemontia* sp 1 (Limiaceae); *Mimosa clausenii* Benth (Fabaceae); *Panicum exijuuum* (Poaceae); *Paspalum vexillarium* G.H. Rua, Valls, Graciano-Ribeiro & R.C. Oliveira (Poaceae); *Porophillum lanceolotum* (Asteraceae); *Setaria parviflora* (Poir.) Kerguelen (Poaceae); *Vernonia megapotamica* Spreng (Asteraceae).

4.3. Espécies de Leguminosas condicionadoras de solo

As espécies de leguminosas condicionadoras de solo foram escolhidas a partir de sua capacidade de fixação de nitrogênio no solo e rusticidade, assim como sua capacidade de adaptação ao ambiente de clima seco e solos ácidos o que permitem a utilização em plantios de recuperação de áreas mineradas (CHAUHANet al, 2011). As espécies selecionadas foram: *Canavalia brasiliensis*, *Mucuna aterrima* e *Stylosanthes guianensis*.

4.4. Coleta e beneficiamento de sementes de espécies vegetais nativas

As sementes das espécies nativas foram coletadas durante o ano de 2012, em fragmentos de Cerrado na área da empresa Anglo American. Todas as sementes foram beneficiadas e acondicionadas em saco de papel e, posteriormente, armazenadas em câmara fria. Para cada uma das 13 espécies utilizadas foram contados três lotes de 100 sementes para pesagem em balança de precisão. Isto possibilitou estimar a quantidade de sementes para compor o coquetel de sementes (Tabela 1).

Tabela 1: Quantificação das sementes coletadas de espécies nativas de solos ultramáficos para a preparação do coquetel de sementes utilizado no experimento de recuperação de áreas impactadas pela mineração de Ni, Barro Alto, GO.

Espécies	N° de sementes total	N° de sementes utilizadas no coquetel	Estimativas em gramas
<i>Mimosa clausenii</i>	3,250	100	1,8560
<i>Bauhinia rufa.</i>	2619	60	3,5882
<i>Heliotropium salicoides</i>	15098	300	0,0812
<i>Poropillum lanceolatum</i>	5015	200	0,0586
Jacquemontia sp.	3041	100	0,091
<i>Vernonia megapotamica</i>	21120	800	0,0744
<i>Paspalum vexillarium</i>	34361	550	0,171
<i>Setaria parviflora</i>	3846	160	0,0299
<i>Gymnopogon spicatus</i>	8826	300	0,0382
<i>Axonopus chrysoblepharis</i>	1788	70	0,0105
<i>Panicum exijuum</i>	1562	60	0,0206
<i>Hypenia brachystachys</i>	8465	200	0,1138
<i>Aspidosperma</i> sp.	4182	100	7,1209g
TOTAL	113173	3000	13,2543

4.5. Delineamento experimental

O experimento foi instalado em dezembro/2012 em uma área de aproximadamente 10 m x 10 m (100 m²) em uma rampa de depósito de material estéril. Foram aplicados quatro tratamentos, cada um com quatro repetições: 1 - solo sem semeadura (N); - coquetéis de sementes nativas (3704 sementes/m²) (NAT); 3 - coquetéis de sementes de leguminosas condicionadoras de solo (14 sementes/m²) (LEG) e 4 - coquetéis de sementes nativas mais sementes de leguminosas (LEG+NAT). O solo foi adubado uniformemente com 50ml de inoculante e fertilizantes como N, P e K. A semeadura foi a lanço e, posteriormente, foram fixadas telas de aniagem com tamanho de 0,9x0,9 cm sobre as sementes (Figura 2).

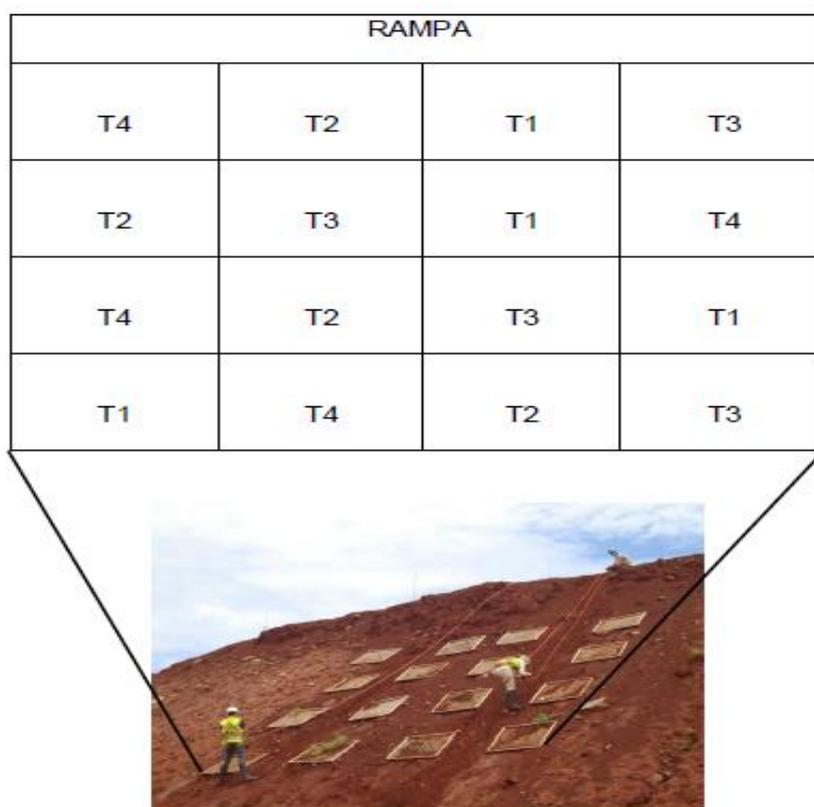


Figura 2: Disposição dos quatro tratamentos utilizados no experimento de recuperação de áreas impactadas pela mineração de níquel. Barro Alto, GO. (Foto: Fabiana de Gois Aquino).

CAPITULO 1

Avaliação da eficiência de três métodos de monitoramento da cobertura vegetal no processo de recuperação de áreas degradadas pela mineração de Ni, Barro Alto, GO.

RESUMO

A atividade de mineração no Cerrado desencadeia diversos impactos ambientais gerando passivos ambientais e áreas degradadas. A legislação brasileira obriga todo empreendimento do setor minerário o dever de recuperar sua área degradada, onde em seu processo de licenciamento deve apresentar um Plano de Recuperação de Áreas degradadas (PRAD). O monitoramento

também e obrigatoriedade prevista na lei onde este terá êxito quando definidos critérios e indicadores que mostrará transformações temporais na estrutura e funcionamento do ecossistema dentre estes para mineração destaca-se o grau de cobertura. A quantificação da cobertura vegetal pode ser medida por duas classes: manuais-visíveis e métodos de análises de imagens. Sendo assim o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de três métodos na avaliação inicial da cobertura vegetal em projeto de recuperação de áreas impactadas pela mineração de Ni, Barro Alto, GO. O monitoramento foi feito em projeto de recuperação de áreas impactadas pela mineração de Ni instalado em 2012. Foram aplicados quatro tratamentos cada um com quatro repetições a fim de saber a melhor cobertura para cada um. Os métodos de análise foram: método manual-visível (Braun-Blanquet) onde o espectador utiliza escalas para estimar a cobertura visualmente. Os métodos de análises de imagens podem ser feitos com uso de diversos softwares, sendo utilizado neste trabalho o ArcGIS e ENVI. A utilização do software envolve o uso de imagens digitais obtidas em campo através de máquinas fotográficas. As análises no ArcGIS foram feitas através da classificação manual enquanto que no ENVI pela separação dos pixels distinguindo solo de vegetação através da classificação não-supervisionada *maximum likelihood*. As análises diferenciaram em ambos os métodos. O método de Braun-Blanquet, assim como o ArcGIS, indicou maior cobertura para o tratamento de NAT+LEG. O ENVI apresentou maior cobertura para o tratamento de NAT. A desvantagem do ENVI foi nas limitações em separar os pixels, pois a vegetação era confundida com solo assim como solo com vegetação. O método de Braun-Blanquet possui um baixo custo e bons resultados, porém, a obtenção dos dados se diferencia quando feito por mais de um espectador. Os resultados deste trabalho indicaram o ArcGIS sendo o melhor método para o objetivo proposto, porém não se descarta a utilização dos demais métodos. Quando há falta de recursos financeiros e logísticos seria mais recomendado usar o método de Braun-Blanquet, desde que feito apenas por uma pessoa. O ENVI pode ser usado caso haja imagens com pixels e cores bem definidas para não interferir na separação dos pixels.

Palavras chaves: Recuperação de áreas degradadas, cobertura vegetal, monitoramento.

ABSTRACT

Mining activity in the Cerrado triggers various environmental impacts generating environmental liabilities and degraded areas. Brazilian law requires every undertaking the mining sector the duty to recover its degraded area, where in its licensing, process must submit a recovery plan

degraded Areas (PRAD). Monitoring also mandatory under the law and where this will succeed when defined criteria and indicators that show temporal changes in the structure and functioning of the ecosystem among these mining highlight the degree of coverage. Two classes can measure the quantification of vegetation on soil: manual and visible-image analysis methods. Thus, the aim of this study was to evaluate the efficiency of three methods in the initial evaluation of vegetation cover in areas recovery project impacted by mining Ni, Barro Alto, GO. The monitoring was done in areas recovery project impacted by mining Ni installed in 2012. Four treatments each with four replications in order to find the best coverage each. The analysis methods were manual-visible method (Braun-Blanquet) where the viewer uses scales to estimate visually coverage and the methods of image analysis (ArcGIS and ENVI) through the acquisition of digital images obtained in the field through photographic machines. Manual sorting made the analysis in ArcGIS and ENVI for the separation of pixels and soil and vegetation made possible by unsupervised maximum likelihood classification. The tests differed in both methods. Braun-Blanquet method as ArcGIS larger coverage indicated for the treatment of NAT + LEG. ENVI showed greater coverage for the treatment NAT. The disadvantage of ENVI, was the limitations in separating the pixels, because the vegetation was confused with soil as well as soil with vegetation. The method of Braun-Blanquet has a low cost and good results, however, obtaining the data is different for each viewer. These results indicated the ArcGIS being the best method for the proposed objective, but it does not rule out the use of other methods, for example, if there is lack of resources, you can use the Braun-Blanquet method is indicated to be done by only one person. ENVI can be used if it acts images with pixels and well-defined colors in order not to interfere in the separation of pixels.

Keywords: Recovery of degraded areas, vegetation cover monitoring

1. INTRODUÇÃO

A atividade de mineração no Cerrado desencadeia diversos impactos ambientais como, supressão da vegetação nativa, imobilização de áreas circunvizinhas, descarte de materiais estéreis em áreas adjacentes, poluição, conflitos de uso do solo, ou impedimento de sua regeneração, alteração dos aspectos qualitativos da água, desencadeamento de processos erosivos e surgimento de áreas degradadas (SÁNCHEZ 1994, BITTAR 1997, SALOMÃO 1992, MECCHI et al, 2010, GONÇALVES, et al 2013).

A área degradada é definida como o ambiente que sofreu algum grau de perturbação em sua integridade física, química e biológica. A recuperação é o processo que visa reverter à degradação para uma condição mais favorável, que traga integridade e retorno das estruturas, químicas físicas e biológicas do sistema degradado, assim como de suas funções que podem variar desde produção de alimentos até a prestação de serviços ambientais (RODRIGUES et al, 2001).

A legislação brasileira garante que todos têm o direito de um ambiente ecologicamente equilibrado. Dentro deste contexto a legislação brasileira no art. 1º do Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que regulamenta o art. 2º, VIII, da Lei nº 6.938/81 obriga todo empreendimento do setor minerário o dever de recuperar sua área degradada submetendo em seu estudo de impacto ambiental um programa de recuperação de áreas degradadas - PRAD - que torne a área degradada em condições favoráveis. À medida que essas exigências normativas se consolidem associados à política ambiental, a demandada por critérios mais objetivos torna-se exigível para que se possa efetivar o status e conclusão dos PRADs, por meio de monitoramentos e avaliações (ANDRADE et al, 2014).

O PRAD deve conter todo o processo elaborado para a recuperação da área exemplificando qual sua contribuição para a conectividade com a paisagem, retorno das funções da área, custos e monitoramento para além destes outros fatores que dependeram da especificidade de cada área (SEMA, 2011). O monitoramento também é obrigatoriedade prevista na lei, e segundo o SEMA, (2011) este terá êxito quando definidos critérios e indicadores que mostrará transformações temporais, estrutura e funcionamento do ecossistema em processo de recuperação.

Os indicadores que melhor indicam eficiência em projetos de restauração e de recuperação de áreas degradadas para qualquer região ecológica, independente da técnica utilizada são: Número e proporção entre espécies vegetais nativas (com populações persistentes); Presença e abundância de espécies invasoras (em proliferação) Presença e proporção de grupos funcionais (síndromes de dispersão, classes sucessionais, tolerância à sombra, etc.); Cobertura (projeção de copas ou gramíneas sobre o terreno) Biomassa (por área) Densidade (por forma de vida e classe de tamanho) Estratificação (distribuição vertical das plantas); Taxa de fixação de carbono Taxas de recrutamento e mortalidade Taxas de imigração e extinção e capacidade de infiltração da água no solo (SEMA, 2011).

Segundo Ribeiro et al. (2011), a quantificação da cobertura vegetal nos solos pode ser medida por duas classes: métodos tradicionais, manuais-visíveis e métodos de análises de imagens. Os

métodos de análises de imagens vêm sendo empregados por ecólogos, agrônomos entre outros profissionais (PATRÍCIO 2009; FERREIRA et al, 2001; MACHADO et al, 2014; ZHAO), pois, apesar da execução, interpretação, capacidade de compreensão de programa de geoprocessamento demandarem mais tempo quando comparado com métodos tradicionais, os métodos de análise de imagens proporcionam melhor acuidade nos resultados (FERREIRA et al, 2001; TOFETI et al, 2002).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de três métodos de monitoramento da cobertura do solo proporcionado pela vegetação em projeto de recuperação de áreas impactadas pela mineração de Ni, Barro Alto, GO.

3.2. Objetivos específicos

- I. Avaliar métodos para monitoramento da cobertura do solo proporcionada pela vegetação
- II. Indicar métodos eficazes na avaliação temporal da cobertura do solo proporcionada pela vegetação

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Ver materiais e métodos gerais na página 9.

3.1. Métodos de avaliação da percentagem de cobertura vegetal - monitoramento

O monitoramento da cobertura vegetal varia de acordo com o objeto de estudo, gerando informações da comunidade, mancha, ou matriz em questão. As perguntas para as questões variam como; densidade de indivíduos em uma floresta, formação de copas de arvores, análises multitemporais em fragmentos remanescentes de vegetação e cobertura vegetal após plantios em projetos de recuperação de áreas degradadas. Em projetos de recuperação de áreas impactadas pela mineração, o monitoramento irá mostrar o desenvolvimento da vegetação, se os valores de cobertura são significativos com a finalidade da cobertura para a o ambiente onde foi inserido.

O monitoramento é de suma importância, pois indica se os resultados estão de acordo com o planejado e permite o manejo adaptativo. O monitoramento é imprescindível em diversas ações de manejo ambiental, recuperação de áreas degradadas, entre outros. Os métodos podem variar de: métodos tradicionais, manuais-visíveis e métodos de análises de imagens.

3.2. Método Braun-Blanquet

Os métodos tradicionais utilizam-se a estimativa visual do espectador em campo. O método tradicional de Braun-Blanquet usa-se do coeficiente das espécies presentes na área em forma de porcentagem o qual estima o conjunto total de espécies que cobre a superfície em relação ao solo descoberto desta forma indicando o grau de cobertura da área (PEREIRA, 2011). É recomendável que este tipo de avaliação seja feito em superfícies de até 18 m² para que as chances em superestimar os resultados sejam baixas (PEREIRA, 2011). As superfícies analisadas no presente trabalho apresentavam 0,9x0,9c m (ver metodologia geral pagina 09), ou seja, dentro do indicado

A estimativa da porcentagem da cobertura vegetal foi feita de maneira a separar a cobertura vegetal e o solo exposto, como por exemplo, se o grau de cobertura vegetal dentro da superfície analisada era de 40%, o restante, 60% seria de solo exposto. Para essa estimativa foi usado escalas pré-estabelecidas (figura 1).

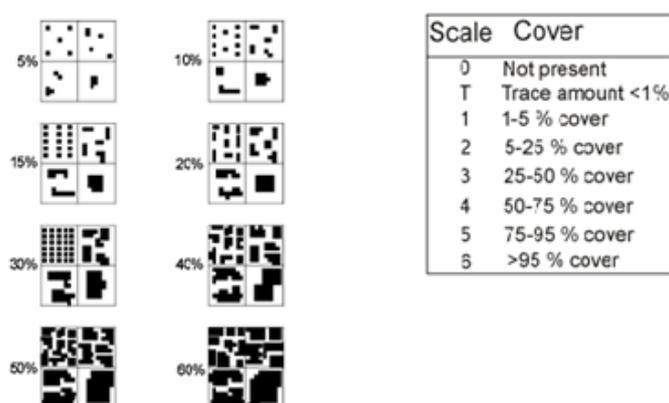


Figura 1: Chave para quantificação da porcentagem de cobertura vegetal segundo método de Braun-Blanquet. (Fonte: http://www.cage.curtin.edu.au/leap/virtu-o-modules/virtu-o-field/5c_virtualVegetationSampling/workflow.html. Acesso em: 27/08/2015).

O monitoramento para a quantificação da cobertura vegetal ocorreu de janeiro a julho de 2013 e, posteriormente, nos meses de outubro e novembro de 2013 e fevereiro de 2014. Foi estimada a cobertura vegetal para cada tratamento e suas repetições durante o período citado. Em campo, foi utilizado papel milimetrado, para elaborar um croqui a fim de registrar as informações.

3.3. Processamento digital

O monitoramento para a quantificação da cobertura vegetal ocorreu de janeiro a julho de 2013 e, posteriormente, nos meses de outubro e novembro de 2013 e fevereiro de 2014. Foram registradas fotos de cada tratamento e repetição com uma câmera Sony com resolução de 16.1 megapixels.

Para o processamento digital as imagens foram descarregadas para computador em laboratório de imagens da Embrapa Cerrados e nomeadas segundo seus respectivos tratamentos. Os programas utilizados foram CorelDraw, ArcGIS 9.0 e ENVI 3.1.

3.3.1 ArcGIS

Para a utilização do ArcGIS as imagens foram editadas no software CorelDraw afim de reestruturar as deformidades, pois não houve como estabelecer uma altura e posicionamento padrão para a obtenção de todas as fotos (FERREIRA et al, 2011) devido as condições íngremes da área de estudo (Figura 2).

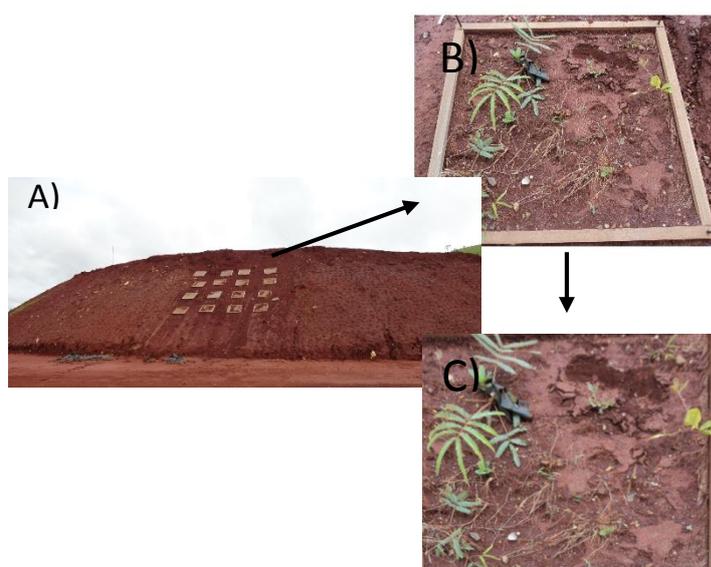


Figura 2: Disposição dos tratamentos em substrato íngreme no experimento de recuperação de áreas impactadas pela mineração de níquel. Barro Alto, GO, onde (A) representa o substrato íngreme, (B) o registro fotográfico e (C) edição da deformidade no CorelDraw.

Após a edição no CorelDraw foram criados bancos de dados para cada foto e suas repetições caso haja a necessidade de analisar novamente alguma foto. Para cada foto foram criados shapfiles. Após a criação do shapfile foram feitos polígonos na área total da parcela, pois a edição modificou a área da foto original. Posteriormente, foram traçados polígonos em toda a cobertura vegetal viva e morta. Por fim, foram calculados em metros os valores dos polígonos onde foi feita uma proporção entre a área total e área da vegetação o que indicou a cobertura vegetal de cada tratamento.

3.3.2. ENVI

O processo de entrada das imagens baseou-se no descrito por FERREIRA et al, (2001) com exceção da padronização para obtenção das fotos devido ao substrato íngreme. Para cada mês foi criado uma pasta contendo o banco de dados. As imagens foram editadas no próprio software para edição das deformações. O método de classificação escolhido foi o *maximum likelihood method* o qual apresenta uma boa acurácia nos resultados (ZHAO, 2009). Os resultados após o processamento saem em formas de gráficos e percentagens.

4. RESULTADOS

Os diferentes métodos de monitoramento geraram respostas diferenciadas. O método de Braun-Blanquet assim como o processamento no ArcGIS indicou os mesmos resultados sendo o tratamento NAT+LEG com maior cobertura ao final do monitoramento (Figura 3). O software ENVI apresentou maior cobertura para o tratamento NAT (Figura 3).

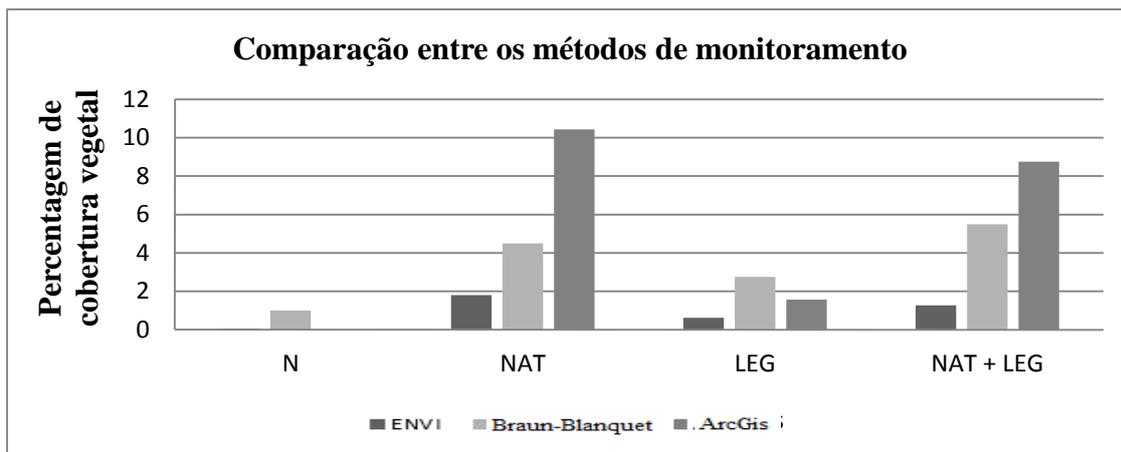


Figura 3: Comparação dos resultados entre os métodos utilizados para o monitoramento do experimento de recuperação de áreas impactadas pela mineração de níquel. Barro Alto, GO.

5. DISCUSSÃO

O método de Braun-Blanquet tem suas vantagens para obtenção de dados assim como baixo custo, contudo a manipulação não é precisa quando trabalhada com mais de um espectador em campo resultando em diferentes resultados da cobertura vegetal.

O ENVI apresenta semelhança ao ArcGIS na manipulação dos dados assim como em custos. A diferença entre eles é o método de classificação da vegetação. Para este trabalho a utilização do ENVI baseou-se na separação dos pixels classificados manualmente como solo e vegetação. As fotografias obtidas por meio de câmeras digitais são compostas por três cores básicas (vermelho, verde e azul- RGB), o processo de classificação das tonalidades distinguindo-as entre solo e vegetação tornam-se difícil, pois a grande maioria dos sistemas de análise não tem sensibilidade suficiente para reconhecimento das diferentes variações de tonalidades (OLIVEIRA et al, 2013). Visto isto o resultado diferenciado dos demais métodos em relação ao ENVI se deu pela variação nas cores onde o programa acabava por classificar vegetação como solo, pois as tonalidades eram iguais (Figura 4).

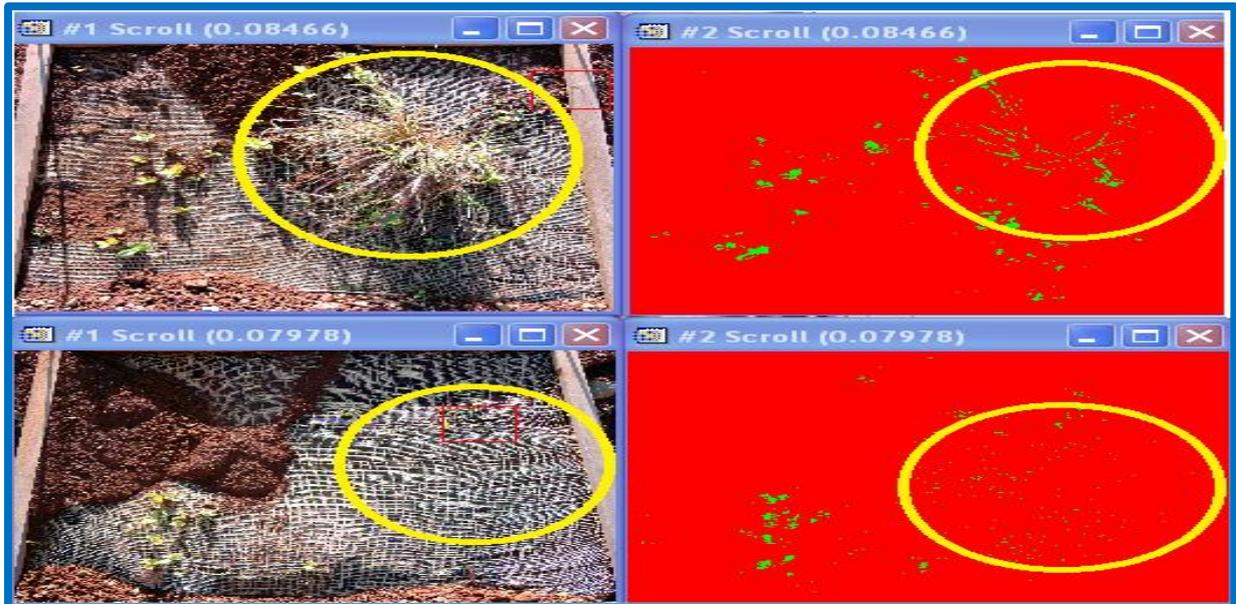


Figura 4: Indica de amarelo a variação de cores mostrando em A boa parte da vegetação sendo confundida com solo após a classificação e em B vegetação onde era solo.

O método de classificação manual pelo ArcGIS mostrou ser bastante eficiente pois a manipulação manual proporciona uma melhor precisão em separar vegetação e solo o que difere do ENVI (Figura 5). Apesar da eficiência do software ArcGIS algumas limitações foram notadas, como em traçar os polígonos nas touceiras constituídas de gramíneas as quais dificultam a definição de um indivíduo, este emaranhado faz com que a classificação manual seja trabalhosa como também demanda mais tempo para o processamento.

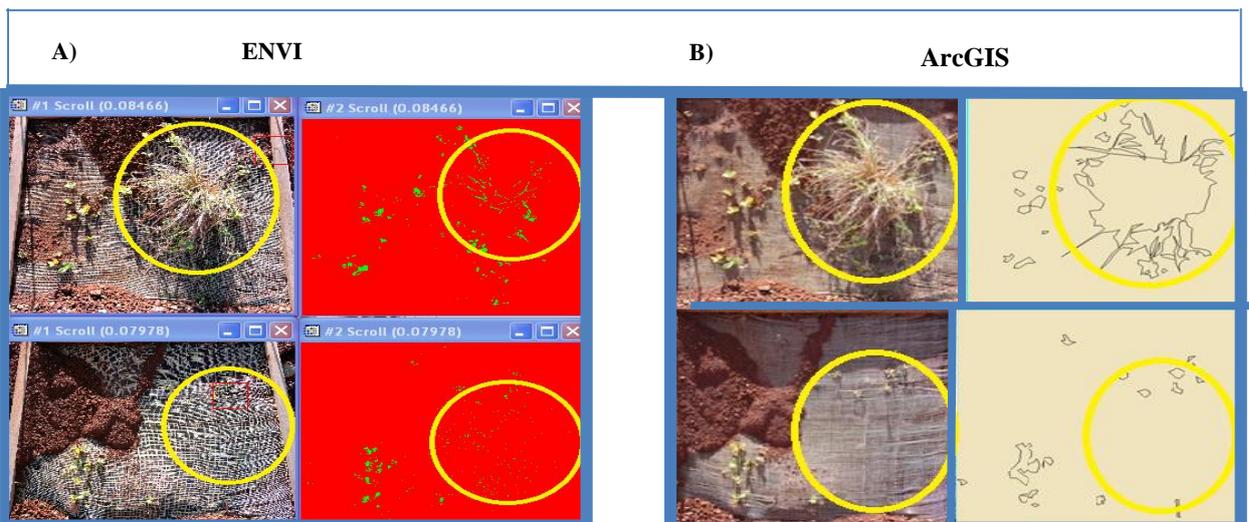


Figura 5: Diferença no resultado após o processamento de imagens, onde e A, tem-se o processamento pelo ENVI indicando uma cobertura menor quando comparado pelo método manual do ArcGIS.

Tabela 1: Comparação dos métodos utilizados destacando desde a manipulação de dados a custos.

PARÂMETROS	BRAUN BLANQUET	ENVI	ARCGIS
Obtenção dos dados	Fácil	Médio	Médio
Manipulação dos dados	Fácil	Médio	Difícil
Método de análise da cobertura	Subjetiva	Classificação supervisionada Maximum Linkelihoad	Classificação manual
Acuidade do método	Subjetiva	Complexa vista a manipulação dos pixels	Complexidade para traçar os polígonos em torno da vegetação de gramineas
Tempo de analise	1 dia	1 dia para 16 fotos	2 dias para 16 fotos

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho indicaram que o ArcGIS é o método mais recomendado para o objetivo proposto, porém não se descarta a utilização dos demais métodos como, por exemplo, se há falta de recursos pode-se usar o método de Braun-Blanquet sendo indicado ser feito apenas por uma pessoa. O ENVI pode ser usado caso haja imagens com pixels e cores bem definidas de forma não intervir na separação dos pixels (PINESE et al, 2008; MACHADO, 2014 e PEREIRA et al ,2011).

O monitoramento é parte imprescindível em projetos de recuperação de áreas degradadas, pois através deste o tomador de decisão saberá agir com imprevistos e poderá tomar atitudes para que os objetivos se alcancem. O fomento em pesquisas para métodos em monitoramento é de importante relevância, pois proporciona ao gestor de PRAD a escolha de melhores técnicas para poder fazer o acompanhamento de PRAD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, F.G; SANCHEZ, F.G; ALMEIDA, R.J. Monitoramento e avaliação em projetos de recuperação de áreas degradadas. Revista Internacional de Ciências · v.4 - n.2 · jul./dez. 2014

- BITAR, O. Y. Avaliação da recuperação de áreas degradadas para mineração Região Metropolitana de São Paulo. SP 1997.
- FERREIRA, E.M; ANDRADE, M.R.L; SANO, E.E; CARVALHO, M.A; JUNQUEIRA, V.T.N. Uso de imagens digitais na avaliação da cobertura do solo. Boletim de desenvolvimento, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 2001.
- GONÇALVES, R. J. F. A.; MENDONÇA, M. R. Expansão da atividade mineradora e os conflitos socioambientais: as redefinições territoriais do cerrado. Revista Territorial - Goiás, v.2, n.2, p.93-120, jul./dez. 2013.
- HARIDASAN, M. (1994). Solos do Distrito Federal. In: Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas. Maria Novaes Pinto (org.). Brasília. Ed. Universidade de Brasília. 2a edição, il., revisada e ampliada. Brasília, p.321-344.
- MECHI; SÁNCHEZ, L.E. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. Estud. av. vol.24 no.68 São Paulo 2010.
- MCHADO, T.F.D; CONFESSOR, G.J; RODRIGUES, C.S. Processo inicial de recuperação de área degradada a partir de intervenções físicas e utilização de leguminosas. Caderno de Geografia, v.24, número especial (1). Universidade Federal de Uberlândia 2014.
- NBL – Engenharia Ambiental Ltda e The Nature Conservancy (TNC). 2013. Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará. The Nature Conservancy, Belém, PA. 128 páginas.
- OLIVEIRA, S.L; MATSUMOTO, N.S; SILVA, A.R; SILVA, A.V; OLIVEIRA, N.P. Métodos para quantificação e interpretação da distribuição espacial de cobertura do solo em cafezais arborizados. Coffee Science, Lavras, v. 9, n. 2, p. 168-177, abr./jun. 2014.
- RIBEIRO, A. et al. An image segmentation based on a genetic algorithm form determining soil coverage by crop residues. Sensors, New York, v. 11, p. 6480-6492, 2011.
- RIBEIRO, A. et al. An image segmentation based on a genetic algorithm form determining soil coverage by crop residues. Sensors, New York, v. 11, p. 6480-6492, 2011.
- SÁNCHEZ, L.E. Projetos de recuperação: usos futuros e a relação com a comunidade. In: I Encontro de Mineração no Município de São Paulo. Anais... São Paulo: Secretaria das Administrações Regionais da Prefeitura do Municipal de São Paulo, 1994. p. 53-73.
- SANTOS, D.S.A. Testes de não-escolha em *Porcellio dilatatus* sujeitos a dieta de folhas de *Alyssum* spp. com diferentes concentrações de Ni. Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra, 2013.p.52.
- TOFETI, A. R. et al. Avaliação da cobertura do solo proporcionada por espécies vegetais na região do cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14. 2002, Cuiabá. Resumos Expandidos... Cuiabá: UFMT, 2002. 1 CD-ROM.

ZHAO, C., LI, C., WANG, Q., MENG, Q. AND WANG, J. Automated digital image analyses for estimating percent ground cover of winter wheat based on object features. in IFIP International Federation for Information Z. Chunjiang, (Boston: Springer), pp. 253–264 Processing, Volume 293, Computer and Computing, 2009.

CAPITULO 2

Avaliação da cobertura vegetal pós-semeadura direta em áreas impactadas pela mineração de Ni com uso de espécies nativas de solos ultramáficos do Cerrado e leguminosas condicionadoras de solo, Barro Alto, GO.

RESUMO

O bioma Cerrado hoje é considerado uma das 25 áreas críticas no mundo para sua conservação devido sua rica biodiversidade. As atividades de cunho econômico são responsáveis por colocar em risco esta biodiversidade expondo o bioma a fragilidades perante o equilíbrio do ecossistema. Dentre estas atividades antrópicas destacam-se a urbanização não planejada, a pecuária, agricultura predatória e a mineração. A mineração no Cerrado impacta negativamente

o ambiente onde a consequência inicial em seu processo e a supressão da vegetação nativa desencadeando processos erosivos entre outros impactos. Visto isto, a recuperação/ restauração torna-se essenciais para o manejo destes impactos, onde a recuperação irá trazer à ambiente condição mais favorável do que a encontrada e a restauração irá buscar recuperação do ecossistema em relação a sua saúde, integridade e sustentabilidade. Em específico A restauração/recuperação em áreas de mineração de Ni deve apoiar-se nos trabalhos de botânica e de ecologia vegetal, assim como nos conhecimentos ligados a biodisponibilidade dos metais e a adaptação dos seres vivos. O processo de mineração acabar modificando a topografia do ambiente em seu processo de retirada do minério, pois os solos retirados que não possui valor econômico são depositados em pilhas de contenção formando taludes. Em taludes a medida primordial na recuperação e o restabelecimento da cobertura vegetal, pois esta ira atura como rede segurando o solo o qual se encontra predisposta a processos erosivos. Ha certa complexidade na recuperação de ambientes de mineração de Ni, pois estes apresentam solos com altos teores de Ni, Cromo (Cr), Manganês (Mn) e Cobalto (Co) e baixo nível de nutrientes (N, P, K e Ca). As plantas que se desenvolvem sobre estes solos apresentam características de hiperracumulação, ou seja, utiliza-se de alguns metais em seu metabolismo para que possa completar seu ciclo de vida. A complexidade solo-vegetação torna a atividade de restauração/recuperação neste ambiente complexa, pois pouco se sabe sobre a vegetação nativa da área a qual se difere de toda a vegetação vizinha. Visto isto o objetivo deste trabalho foi avaliar a cobertura vegetal proporcionada por espécies nativas de ambientes utramáficos no Cerrado assim como leguminosas condicionadoras de solo em projetos de recuperação de área degradada pela mineração de Ni, Barro-Alto, GO.

Palavras chaves: Recuperação de áreas degradadas, Cobertura vegetal, Espécie nativas,

ABSTRACT

The Cerrado biome today and considered one of the 25 critical areas in the world for its conservation because of its rich biodiversity. The nature of economic activities are responsible for jeopardizing this biodiversity biome exposing the weaknesses before the balance of the ecosystem. Among these human activities stand out unplanned urbanization, livestock, predatory agriculture and mining. Mining in Cerrado negatively impacts the environment in which the

initial result in your process and the suppression of native vegetation triggering erosion and other impacts. Seen it, recovery / restoration becomes essential to manage these impacts where the recovery will bring the environment more favorable condition than that found and the restoration will seek recovery of the ecosystem in relation to their health, integrity and sustainability. In specific Restoration / Ni recovery in mining areas should build on the work of botany and plant ecology, as well as in knowledge related to bioavailability of metals and adaptation of living beings. The mining process ends up changing environmental topography in its ore withdrawal process because the soils removed which has no economic value are deposited in containment cells forming slopes. In slopes measured at the primary recovery and the restoration of vegetation cover, as this will put up as a network holding the soil which is prone to erosion. There is some complexity in Ni recovery mining environments because they exhibit soil with high Ni, chromium (Cr), manganese (Mn) and cobalt (Co) and low level of nutrients (N, P, K and Ca) . The plants that grow on these soils are hiperracumulação characteristics, that is, use is made of certain metals in their metabolism that can complete its life cycle. The soil-vegetation complexity makes the activity of restoration / recovery in this complex environment because little is known about the native vegetation of the area which differs from all the surrounding vegetation. Seen that the aim of this study was to evaluate the vegetative cover provided by native species ultramáficos environments in the Cerrado as well as soil conditioner legumes area recovery projects degraded by mining Ni, Barro Alto, GO.

Key words: Recovery of degraded areas, Plant cover, Native species.

1. INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado ocupa em torno de 22% do território brasileiro perfazendo uma área de aproximadamente 2.036.448 km². Este bioma é uma das 25 áreas do mundo críticas para a conservação devido ao rico endemismo de espécies e à alta pressão antrópica que vem sofrendo (MMA, 2002; MITTERMEIER et al, 1997; MYERS et al, 2000; KLINK e MACHADO, 2005).

Diversas são as atividades antrópicas de cunho econômico que expõem as fragilidades do bioma Cerrado e aumentam os riscos relativos à manutenção da biodiversidade e do equilíbrio dos ecossistemas. Dentre estas atividades antrópicas destacam-se a urbanização não planejada, a pecuária, agricultura predatória e a mineração.

A mineração causa um impacto em menores áreas, quando comparado com agricultura e pastagem, porém, a degradação ocorre de forma mais intensa gerando ilhas de calor, pois o solo totalmente exposto aumenta a radiação de calor para atmosfera, em comparação com ambientes em que a vegetação, isto leva a severas perdas ecológicas (CORRÊA, 2006).

No Cerrado os impactos variam, gerando passivo ambiental, tais como: poluição, conflitos de uso do solo, supressão da vegetação nativa ou impedimento de sua regeneração, alteração dos aspectos qualitativos da água, desencadeamento de processos erosivos e surgimento de áreas degradadas (SÁNCHEZ, 1994; BITTAR, 1997; SALOMÃO, 1992; MECCHI et al, 2010; GONÇALVES et al, 2013). Estes impactos podem abalar os ecossistemas, pois reduzem ou extinguem habitats, forçam imigração de espécies, causam mortes para espécies da fauna e da flora a qual pode conter espécies raras ou ameaçadas de extinção, desequilibra os fluxos gênicos, além de outros fatores que alteram toda estrutura do ecossistema (MECHI et al, 2010).

A recuperação ambiental visa reverter situações de degradação ambiental para situações menos impactantes. A restauração ecológica é a recuperação do ecossistema em relação a sua saúde, integridade e sustentabilidade. Frequentemente, o ecossistema que necessita de restauração foi degradado, perturbado, transformado ou inteiramente destruído como resultado direto ou indireto de ações humanas (SER, 2004).

A restauração/recuperação em áreas de mineração de Ni deve apoiar-se nos trabalhos de botânica e de ecologia vegetal, assim como nos conhecimentos ligados a biodisponibilidade dos metais e a adaptação dos seres vivos (AQUINO et al, 2011). Visto isto é imprescindível o conhecimento da vegetação nativa através de estudos florísticos e fitossociológicos em ecossistemas de referência (AQUINO et al, 2011), assim como o conhecimento do comportamento das espécies, em relação a sua capacidade colonizadora de ambientes alterados, potencial germinativo, dependência de polinizadores e sistemas de dispersão (RHODEM, 2013; ALBUQUERQUE, 2013).

Os solos que ocorrem sobre os complexos ultramáficos da mineração de Ni são caracterizados, de forma geral, por altos teores de Ni, Cromo (Cr), Manganês (Mn) e Cobalto (Co) e, de forma específica, por um excesso de Mg em relação ao Ca, por um forte desequilíbrio mineral e pelo baixo nível de nutrientes (N, P, K e Ca). A presença de metais em altas concentrações pode levar ao desenvolvimento de uma biota particular (WHITTAKER et al., 1954; PROCTOR e WODELL, 1975; BAKER et. al., 1992; JAFFRÉ et al., 1997).

Nas áreas sob influência direta da mineração de Ni constitui-se em maior parte de solos construídos com rejeitos de mineração. Estes solos são depositados em áreas adjacentes a mineração formando taludes. Os taludes são solos altamente compactados e propensos a processos erosivos devidos o escoamento superficial. Visto isto à medida primordial em planos de recuperação de áreas mineradas é o recobrimento do solo exposto, prevenindo, assim, processos erosivos, pois a vegetação irá atuar como barreira física para a água que é o principal agente da erosão (MACHADO, 2014).

A vegetação que cresce sobre estes tipos de solos parece altamente adaptada a sobreviver sobre condições do ambiente, desenvolvendo características de hiperacumulação de metais, que é um fenômeno que ocorre principalmente em solos ultramáficos ou serpentínicos (SANTOS, 2013). Neste caso as plantas metabolizam estes metais para que possam completar seu ciclo de vida já que elementos essenciais, como N, P e K, são escassos (KUMAR et al, 2013).

A cobertura vegetal, associada ao seu sistema de raízes exerce uma importante função na dinâmica das paisagens, protegendo o solo contra a atuação dos agentes causadores do intemperismo, principalmente no que diz respeito à ação das chuvas, além disto, exerce importantes funções dentro do ecossistema como: Produção primária, ciclos biogeoquímicos, proteção de corpus hídrico. A cobertura vegetal varia de acordo com a região onde é encontrada, a qual ira ser diferenciada pela fitofisionomia e o estágio sucessional em que se encontra. Visto este contexto após eventos de distúrbios e degradação no ecossistema o restabelecimento da cobertura vegetal e de extrema importância, pois acelera a recomposição edáfica das áreas alteradas, favorece o acúmulo de resíduos vegetais e a atividade biológica (MOREIRA, 2004).

Em áreas de mineração a associação de gramíneas que possuam sistemas radiculares abundantes e leguminosas que fixam nitrogênio acelerando a decomposição tem sido fomentada como importante método para regeneração e conservação dos solos por meio da cobertura vegetal proporcionada (ALVES, 1992; CALEGARI et al, 1992). Recentemente além desta abordagem as pesquisas buscam aliar-se aos princípios da ecologia da restauração de formar a aumentar a diversidade de espécies vegetais, incentivar as interações intraespecíficas e o restabelecimento do equilíbrio. Outra abordagem em ações de recuperação de áreas mineradas e a utilização de plantas associadas a microrganismos diazotróficos e a fungos micorrizos, a qual tem sido realizada com sucesso para revegetação/recuperação de mineração com ou a ausência de terra fértil ou matéria orgânica (MOREIRA et al, 2004).

Dentre as distintas opções em se planejar a recuperação de áreas impactadas pela mineração por meio da cobertura vegetal indica-se a utilização de espécies que tenham facilidade de estabelecimento, rápido desenvolvimento de cobertura e que melhorem as condições físicas, químicas e biológicas. O recobrimento pode ser avaliado ao longo do tempo pela quantificação da cobertura vegetal, sendo este um bom indicador ambiental (SEMAR, 2011).

Os indicadores ambientais proporcionam informações quantificadas, com base científica que auxiliam a compreensão para tomadas de decisões sendo uteis como ferramentas de avaliação apresentando tendências e progressos que se alteram ao longo do tempo (PNIA, 2012). Os projetos de recuperação de áreas degradadas devem apresentar indicadores que demonstrem a evolução de seus objetivos. A cobertura do solo proporcionada pela vegetação vem sendo utilizado como um indicador dos processos iniciais de recuperação (MARTINS, 1997, TOEFETI et al, 2002, MACHADO et al, 2014).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a cobertura vegetal proporcionada por espécies nativas de ambientes utramáficos no Cerrado assim como leguminosas condicionadoras de solo e indicar espécies com potencial em projetos de recuperação de área degradada pela mineração de Ni, Barro-Alto, GO.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Ver materiais e métodos gerais na página 9.

2.1.Método de análise da cobertura vegetal

Para a utilização do ArcGIS as imagens foram editadas no software CorelDraw para reestruturar as deformidades. Após a edição no CorelDraw foram criados bancos de dados para cada foto e suas repetições. Para o processamento no ArcGIS foi criado para cada foto shapfiles. Após a criação do shapfile foram feitos polígonos na área total do tratamento, pois como houve edição das fotos a área total modificou-se. Consequintes foram traçados polígonos em toda a cobertura vegetal viva e morta. Por fim foram calculados em metros os valores dos polígonos onde foi feito uma proporção entre a área total e área da vegetação o que indicou a cobertura vegetal de cada tratamento (Figura 1)

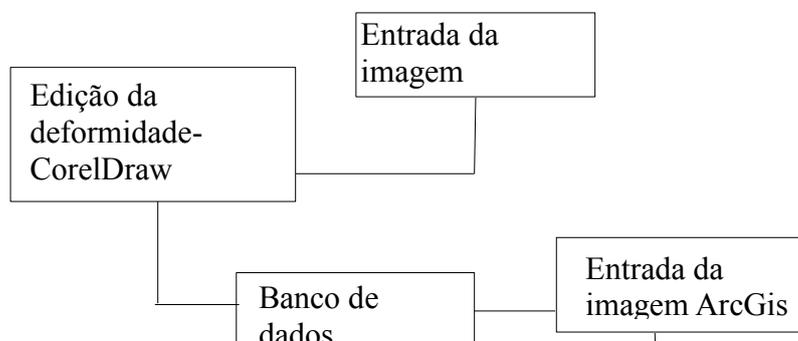


Figura 1: Organograma adaptado de FERREIRA et al, (2011), resumindo o processamento de imagens digitais para quantificação da cobertura vegetal, com auxílio dos softwares, CorelDraw, X9 e ArcGIS, 9.0.

2.2. Indicação das espécies.

As espécies foram analisadas segundo suas características ecológicas e botânicas, assim como observações após a semeadura dos coquetéis em campo (Tabela 1). Para muitas espécies não se conseguiu informações na literatura, para estas considerou-se o gênero ou família botânica. Algumas informações foram tiradas do projeto que originou este trabalho: Relações entre os metais do solo e a biodiversidade no Cerrado: ferramentas para a conservação ambiental e a recuperação de áreas degradadas, 2011-2013 (RMSBC).

2.2.1. Características ecológicas e botânicas analisadas.

As características foram quantificadas a fim de estabelecer um potencial de restaurabilidade para cada espécie. Os critérios foram quantificados de acordo com a seguinte classificação: Baixo = 0, médio igual a 0,5 e alto = 1. As características analisadas foram:

-Dependência de polinizadores:

Baixa: quando não há atração de fauna

Alta: Quando a atração de fauna

-Dispersor biótico:

Baixa: quando não há atração de fauna

Alta: Quando a atração de fauna

-Potencial de cobertura vegetal:

Baixa: 0-5 %

Media: 0-10 %

Alta: 10-20 %.

-Número de sementes:

Baixo: Produzem apenas em ano

Media: Produzem entre duas e três vezes ao ano

Alta: Acima de três meses.

-Propagação vegetativa:

Baixa: Para as espécies que não possuem

Alta: Para espécies que possuem

-Potencial de estabilidade

Baixo: Espécies que não colonizaram após semeadura

Média: Espécies que colonizaram mais não

Alto: Espécies que colonizaram e persistiram até ao final do monitoramento,

-Potencial germinativo:

Baixo: 10-19%,

Média: 20-49 %,

Alto: 50-100%

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para analisar as possíveis diferenças entre os tratamentos, foi utilizado o teste não paramétrico de Tukey, para a amostra de cobertura vegetal do mês de fevereiro. Os dados de porcentagem foram transformados em arco-seno e posteriormente utilizou-se o software SSP para a rodagem dos dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análise da cobertura vegetal

A cobertura média máxima encontrada para os tratamentos foram: N=0,42 %, após 224 dias de semeadura; NAT = 25 % após 70 dias; LEG = 3, 21 % Após 224 dias e NAT+LEG com 15 % após 190 dias após a semeadura (Tabela 2). A variação no grau de cobertura ocorreu para ambos os tratamentos, onde os tratamentos NAT e NAT+LEG foram os mais eficientes no recobrimento do solo (Tabela 2). As leguminosas não se desenvolviam no ambiente obtendo uma cobertura média oscilando entre os meses porém não havendo um acréscimo quando comparado com as nativas (Tabela 1).

Tabela 1: Média de porcentagem da cobertura vegetal após processamento de imagens com auxílio do software ArcGIS.

Tratamentos	Dias									
	36	70	92	126	156	190	224	306	342	407
N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,42	0,42	0,21	0,00	0,00
NAT	6,08	25,90	14,73	19,82	13,28	15,81	16,23	16,75	10,45	14,01
LEG	2,59	2,38	1,50	1,84	1,68	2,45	3,21	1,48	1,56	2,45
NAT+LEG	10,32	6,19	11,77	12,26	9,76	15,31	12,07	8,29	8,76	14,64

N: Tratamento sem semeadura, NAT: Tratamento de nativas. LEG: Tratamento de leguminosas condicionadora de solo e NAT+LEG: Consórcio entre NAT+LEG.

Após seis meses de semeadura, a cobertura vegetal para os tratamentos de NAT e NAT+LEG encontravam-se seca principalmente pelo extrato herbáceo, com poucos indivíduos verdes, porém apresentando coloração amarelada nas folhas o que leva a crer que houve um déficit de nutrientes disponível para as plantas (Figura 2, figura 3).

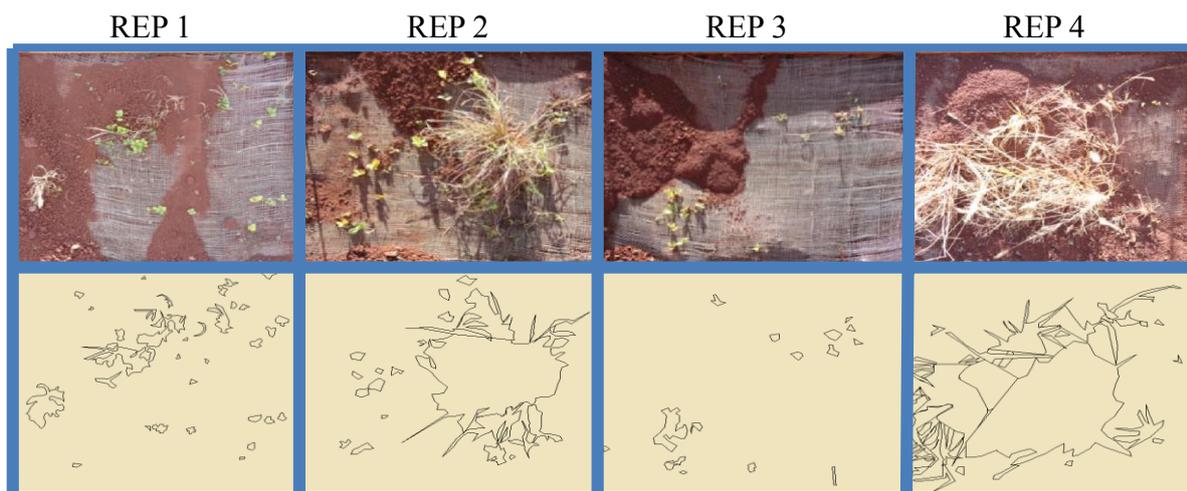


Figura 2: Cobertura vegetal proporcionada pelo tratamento NAT após seis meses de semeadura.

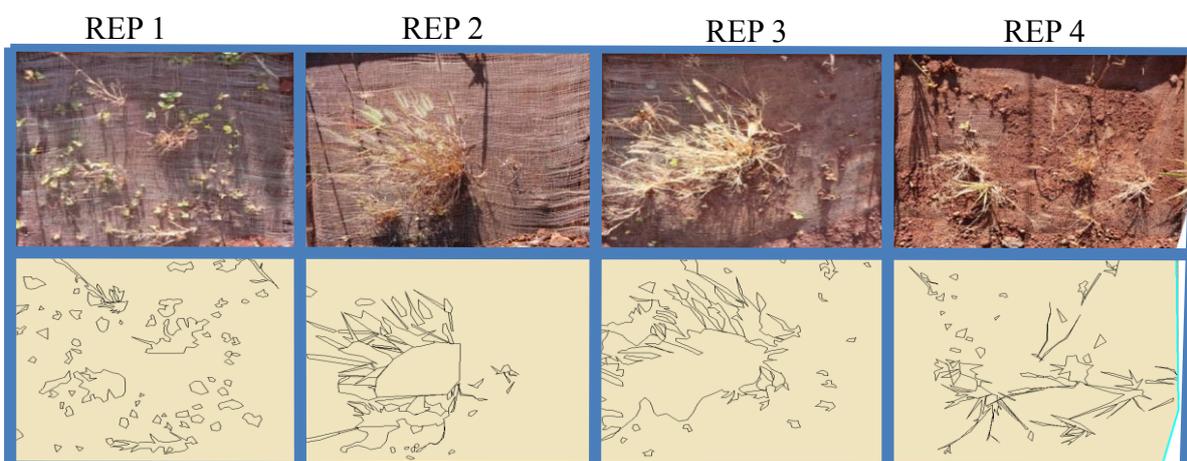


Figura 3: Cobertura vegetal do tratamento de nativas associadas a leguminosas após 6 meses de semeadura.

Após o período da seca entre agosto e setembro, os indivíduos começam a reaparecer no ambiente, proporcionando uma baixa cobertura vegetal quando comparado aos meses anteriores (Figura 4 e 5). As gramíneas possuem ciclos bem definidos com condições ótimas durante o período chuvoso que se inicia em outubro (MARTINS, 1998), em ambos os tratamentos com espécies nativas as gramíneas começam recolonizar o ambiente.

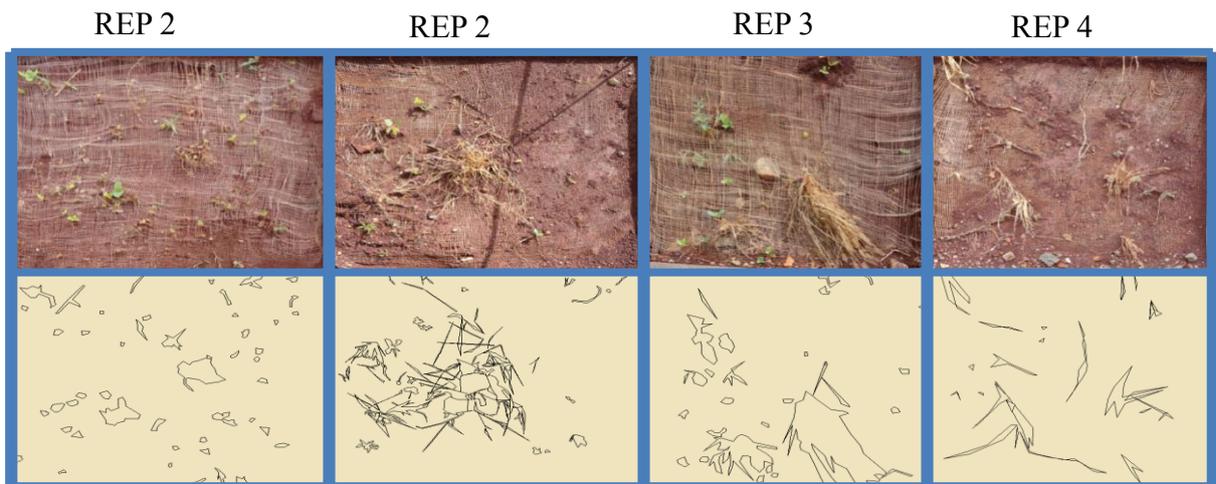


Figura 4: Repetições do tratamento de espécies nativas + leguminosas após um ano de sementeira

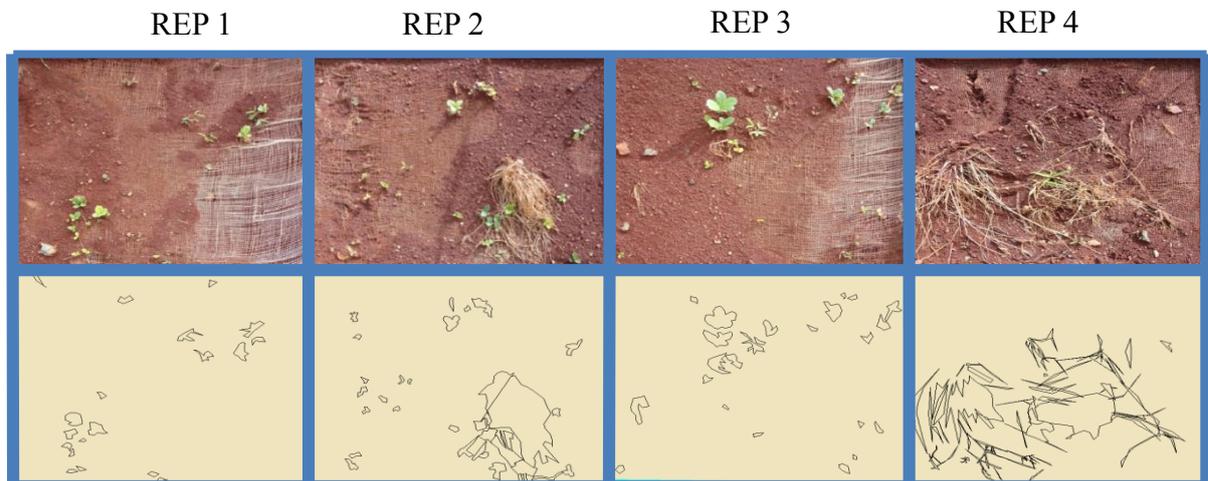


Figura 5: Cobertura vegetal do tratamento de nativas após um ano de sementeira.

O processo de desenvolvimento vegetal em áreas em processo de recuperação pós-mineração é lento visto as características do ambiente. As espécies do coquetel obtiveram uma oscilação durante os monitoramentos crescendo se desenvolvendo e proporcionando cobertura vegetal entre 40% no máximo para alguns tratamentos de nativas. Após 407 dias de implantação (um ano e dois meses) as gramíneas começam a recobrir o ambiente novamente, junto a outras espécies de famílias distintas que compunha o coquetel (Figura 6 e 7).

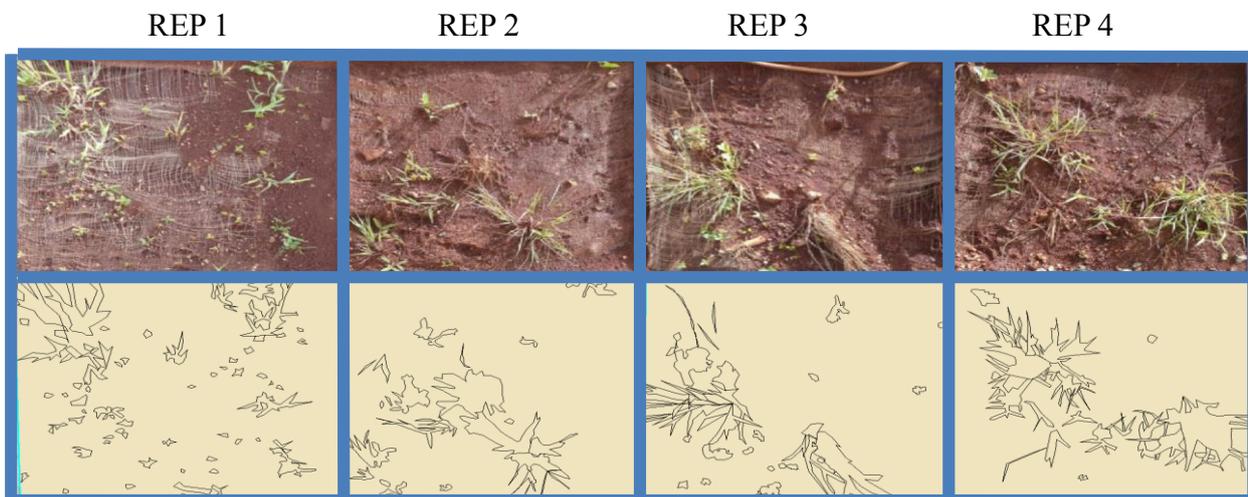


Figura 6: Cobertura do tratamento de nativas associadas a leguminosa após 407 dias após a implantação do experimento.

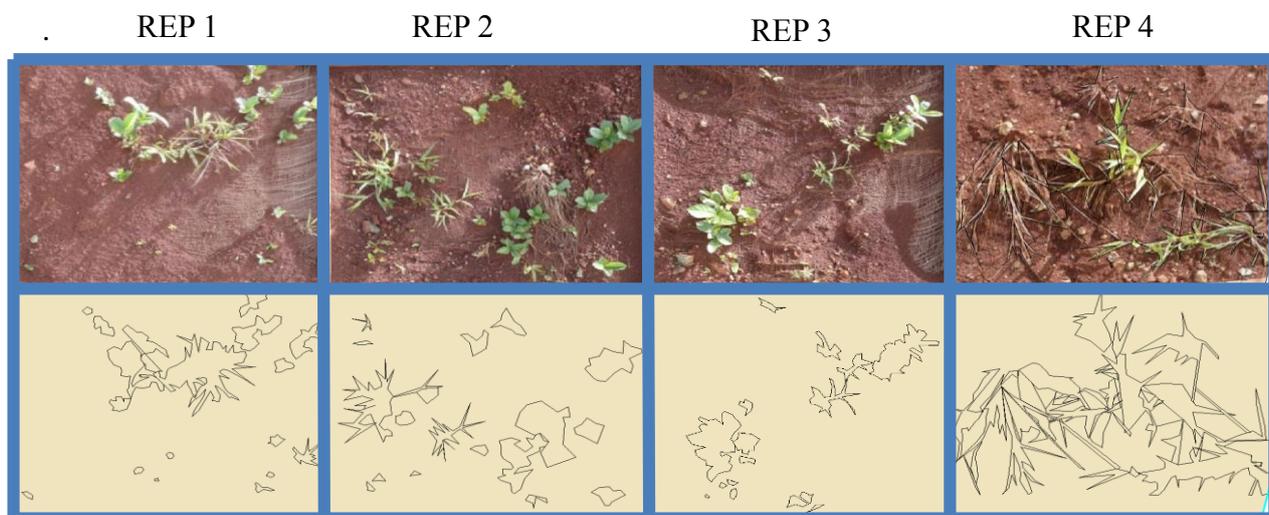


Figura 7: Cobertura vegetal do tratamento de nativas após 407 dias de semeadura.

A análise estatística através do teste de Tukey mostrou a comparação entre os distintos tratamentos após 407 dias mostrando haver diferença estatística para os tratamentos controle (N) com nativas (NAT) e nativas mais leguminosas (NAT+LEG); e com NAT+LEG com LEG. Para os tratamentos de NAT e NAT+LEG não houve diferença estatística (Figura 8).

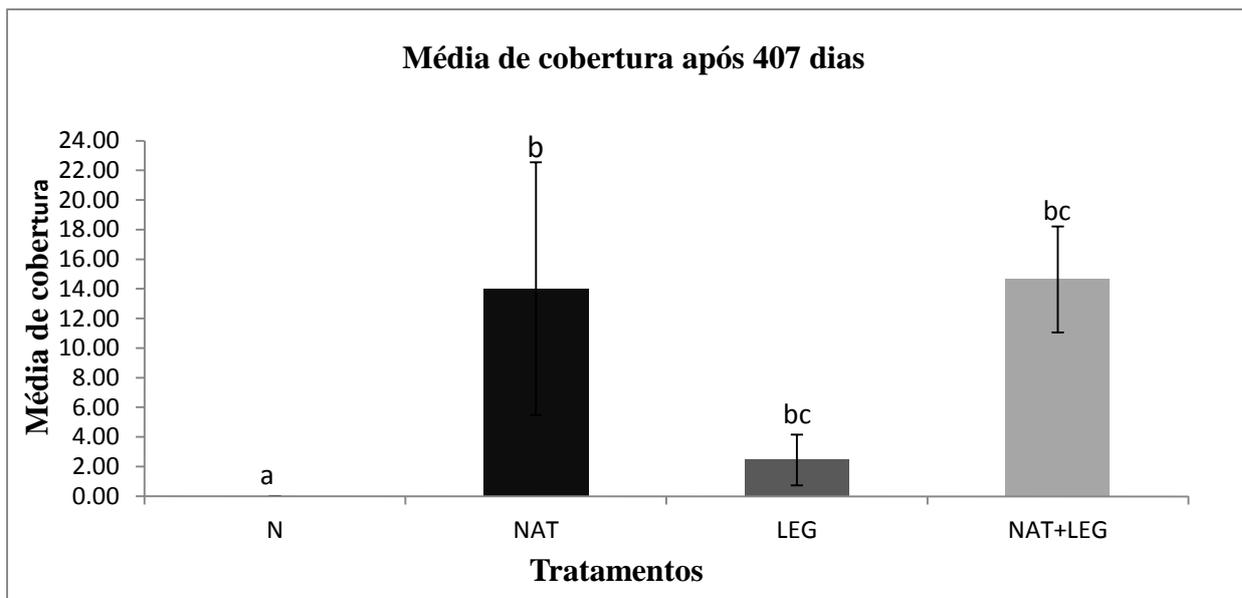


Figura 8: Média de cobertura vegetal para os tratamentos e suas respectivas diferenças segunda a análise estatística.

4.2. Espécies nativas indicadas para a recuperação de áreas impactadas pela mineração de Ni.

O desenvolvimento das plantas, assim como a percentagem de cobertura do solo, foi lento ao longo do tempo. Esse ritmo de cobertura é esperado em ambientes de mineração, devido à pouca disponibilidade de nutrientes essenciais no solo como também presença de metais pesados que dificultam o desenvolvimento das plantas além das características topográficas do ambiente (CORREA et al 2007).

A fim de refinar o sucesso entre as espécies que compunha o coquetel de nativas e indica-las para composição de futuros coquetéis, com melhor eficiência na promoção da cobertura foram analisados aspectos sobre fenologia, testes de germinação feitos em laboratório de sementes, propagação vegetativa, estabelecimento em campo após a semeadura do coquetel, cobertura vegetais proporcionados pelas espécies plantadas entre outros aspectos, sendo estas características indicadas para análise no sucesso em restauração ecológica em ambientes campestre no Cerrado (RHODEN, 2013), como também indicado por Correa, 2007 que salienta a importância em se utilizar os princípios da ecologia da restauração para a recuperação de áreas mineradas.

A biota de ambientes máficos ainda é pouco estudada e para muitas espécies não se têm informações botânicas e ecológicas. Para preencher estas lacunas foram considerados gênero e famílias botânicas para as que não apresentam as características de interesse para o restaurador (Tabela 2). As informações da tabela dois possibilitou indicar a capacidade de restaurabilidade de cada espécie (Tabela 3).

Tabela 2: Características ecológicas das 13 espécies do coquetel semeado. Pot. Ger = Potencial germinativo, Per.Cam = Percentual de estabilidade em campo, S.dis = Síndrome de dispersão, P.Sem = Potencial de produção de sementes. P.Veg. = Propagação vegetativa. S.Pol= Síndrome de polinização; (G) = Informações sobre o gênero.

Espécies	Características					
	Per.ger	Per.est	S. dis	P. sem	P.veg	S.Pol
<i>M. claussenii</i>	77,4%	Alta	Autocórica	Alta	Sim	Anemófila
<i>B. Rufa</i>	60%	Baixa	Autocórica	Baixa	Sim	Zoofilia
<i>H. salacioides</i> ¹	1%	Baixa	Anemocórica	Alta	Sim	Zoofilia (G)
<i>P. lanceolotum</i>	30%	Baixa	Anemocórica	Alta	*	Zoofilia
<i>Jacquemontia sp.</i>	60 %	Baixa	Anemocórica	Média	*	Zoofilia (G)
<i>V.megapotamica</i>	10%	Baixa	Anemocórica	Alta	*	Zoofilia
<i>P.vexillarium</i>	0%	Baixa	Anemocórica	Alta	*	Anemófila
<i>S. parviflora</i>	2%	Alto	Autocórica	Baixa	*	Anemófila
<i>G.spicatus</i>	*	Baixa	Anemocórica	Baixa	*	Anemófila
<i>A.chrysolepharis</i>	75%	Alta	Autocórica	Alta	*	Anemófila
<i>H. brachystachys</i>	*	Baixa	Autocórica	Alta	*	Zoofilia (G)
<i>Aspidosperma sp</i>	80%	Alta	Autocórica	Alta	*	Zoofilia (G)
<i>P.exijuun</i>	-	Baixa	Autocórica	Alta	*	Anemófila

*Referências em anexo 1.

Tabela 3: Critérios para avaliar o uso de espécies nativas do Cerrado presentes em solos ultramáficos na restauração de ecossistemas degradados pela mineração de Ni (Adaptado de ALBUQUERQUE, 2013). Os critérios foram analisados através de: registrados após observações em campo, experimentos em condições controladas, literatura e levantamentos fitossociológicos. Baixo = 0, médio = 0,5, alto= 1. O somatório dos critérios indica o grau de restaurabilidade de cada espécie: Muito baixo = 1, Baixo = 2, médio=3, alto=4 e muito alto=5 a 6. D.de poli = Dependência de polinizadores; D.dis.bio = Dependência de dispersor biótico; P.cob = Potencial de cobertura; N° sem = Número de sementes; P.veg = potencial de propagação vegetativa; P. est. = Potencial de estabilidade; P.germ = Potencial germinativo; Σ Cri = Somatório de critérios; P.res =Potencial de restaurabilidade.

Espécies	Critérios de avaliação								
	D. pol.	D. Bio.	P.cob.	N° sem.	P.veg.	P.est.	P.ger.	Σ Criterios.	P. Res
<i>Axonopus chrysolepharis</i>	Baixo	Baixo	Alto	Alta	Baixo	Alto	Alto	5	Muito alto
<i>Aspidosperma sp.</i>	Médio	Baixo	Médio	Alta	Baixo	Alto	Alto	6	Muito alto
<i>Bauhinia sp</i>	Médio	Médio	Baixo	Baixa	Baixo	Baixo	Alto	2,5	Baixo
<i>Gymnopogon spicatus</i>	Baixo	Baixo	Alto	Baixa	Baixo	Alto	x	2,5	Baixo
<i>Heliotropium salicoides</i>	Baixo	Baixo	Alto	Alto	Alto	Baixa	Baixo	3	Médio
<i>Hypania brachystachys</i>	Médio	Médio	Baixo	Alto	Baixo	Baixo	Baixo	2	Baixo
<i>Jacquemontia sp 1</i>	Alto	Alto	Alto	Media	Baixo	Baixo	Baixo	4	Alto
<i>Mimosa clausenii</i>	Baixo	Baixo	Médio	Alta	Médio	Alto	Alto	6	Muito alto
<i>Panicum exijuum</i>	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Alto	Baixo	2,5	Muito baixo
<i>Paspalum vexillarium</i>	Baixo	Baixo	Baixo	Alta	Alto	Alto	Baixo	4	Alto
<i>Porophillum lanceolotum</i>	Baixo	Baixo	Baixo	Alta	Baixo	Alto	Médio	2,5	Baixo
<i>Setaria parviflora</i>	Baixo	Baixo	Médio	Baixa	Baixo	Alto	Baixo	3	Médio
<i>Vernonia megapotamica</i>	Baixo	Baixo	Alto	Alta	Baixo	Alto	Baixo	4	Alto

*Referencias anexo.

M. clausseni (Figura 9), e *Aspidosperma* sp (Figura 10), persistiram no ambiente durante todo o monitoramento indicando um alto potencial de estabelecimento, porem com desenvolvimento lento ao longo dos meses. As demais espécies que compunham o coquetel possuem algumas características importantes como, grande produção de sementes e taxa de germinação alta, porém não obtiveram um bom estabelecimento em campo e para outras não houve germinação em campo.



Figura 9: Desenvolvimento de *M. Calusseni* ao longo dos meses, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, outubro, novembro de 2013, e fevereiro de 2014 e novembro de 2014.



Figura 10: Desenvolvimento de *Aspidosperma* sp ao longo dos meses, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, outubro, novembro de 2013, e fevereiro de 2014 e novembro de 2014.

Espécies da família Asteraceae possuem características biológicas importantes em seu ciclo de vida como grande capacidade de dispersão, alta produção de sementes sendo especialistas conseguindo colonizar diversos tipos de ambientes (SOUSA et al, 2012). *V. megapotamica* e *P.lanceolotum* espécies do gênero Asteraceae não apresentaram boa taxa de germinação e nem de persistência em campo, pois apenas *V. megapotamica* colonizou o ambiente após 407 dias de semeadura. Medidas como quebra de dormência e investigações na viabilidade de sementes devem ser avaliadas para estas espécies, pois, segundo as características do ciclo de vida das asteraceaes, estas seriam boas espécies para recobrimento de solos, proporcionando adensamento rápido devido à reprodução.

As gramíneas *A. crysoblephairis* e *S. parviflora* completaram seu ciclo de vida (Figura 11), pois nasceram se desenvolveram e reproduziram no final da estação chuvosa sendo este o comportamento esperado para gramíneas no cerrado (MARTINS, 1996). Além disto, persistiram no ambiente até o ultimo monitoramento, assim como produzem sementes em várias épocas do ano.



Figura 11: A colonização das gramíneas após semeadura, e seu ciclo de vida, destacando desenvolvimento, crescimento e reprodução.

As demais gramíneas *A. spicatus*, *P. exijum* e *P. vexilarum* não germinaram em campo, assim como em laboratório obtiveram taxa baixas de germinação. O gênero *Paspalum* apresenta recomendações para restauração campestre por várias espécies (*Paspalum gardnerianum*, *Paspalum polyphyllum*, *Paspalum reduncum*, *Paspalum pectinatum*, *Paspalum splendens*, *Paspalum stellatum*, *Paspalum pilosum*) (RHODEM, 2014). Contudo, *P. vexilarum* não obteve germinação em campo assim como em laboratório o teste indicou baixo percentual.

As espécies *Jacquemontia sp*, *Aspidosperma sp*, *Bauhinia rufa*, *V. megapotamica* e *H.brachystachy* necessitam de dispersor biótica para polinização, esta dependência é importante

pois aumenta o grau de conectividade entre os fragmentos e a área em processo de restauração ecológica (ALBUQUERQUE 2013). Dentre estas, apenas *Aspidosperma* sp, *Bauhinia rufa*, e *V. megapotamica* colonizou onde a única que persistiu até o ultimo monitoramento foi, *Aspidosperma* sp. *Bauhinia rufa* apresentou uma alta taxa de germinação em campo, assim como em laboratório, porém não persistiu ao ambiente.

H.salicioidis, germinou em campo após 407 dias de monitoramento. Esta espécie possuem algumas características importantes, como produção de sementes durante todo o ano assim como mecanismos de reprodução clonal. Em campo a espécie não obteve um aparecimento rápido comparado com as demais. Segundo Melo et al, 2009 espécies do gênero *Heliotropium*, apresentam características zoocóricas como sistema de dispersão, porem para *Heliotropium salicioides* não foi identificado esta característica pois a espécie não apresenta frutos carnosos nem atrativos para fauna sendo assim indicando-a como anemocórica, sem dependência de animais para dispersão.

Quanto mais características os indivíduos apresentam de forma alta, maior a probabilidade de adensamento de indivíduos isto pode reduzir em até mil vezes a perda de solo USDA, (Soil Conservation Service, 1978) o que implica diretamente no objetivo primário na recuperação de áreas degradadas pela mineração de Ni, o recobrimento do solo.

O sistema de dispersão e de soma importância, pois está relacionada à migração e colonização das espécies em locais propícios a sobrevivência e reprodução (VENZKE et al, 2014). Visto isto a maioria das espécies semeadas apresenta sistema de dispersão anemocórica e autocórica sendo estes sistemas facilitadores da restauração, pois proporcionam maior perpetuação das espécies em colonizar o ambiente.

Visto estas informações, as espécies *M. clausseni*, *A. crysolepharis*, *S. parviflora* e *Aspidosperma* sp. são as mais indicadas para compor coquetéis para a recuperação de áreas impactadas pela mineração de Ni pois foram as espécies que melhor se estabeleceram em campo ao longo do monitoramento (Tabela 4).

Tabela 4: Colonização das espécies ao longo do tempo após semeadura em campo no experimento de recuperação de áreas impactadas pela mineração de níquel. Barro Alto, GO,

Espécies	Quantidade de dias após a implantação do experimento									
	36	70	92	126	156	190	224	306	342	407
<i>A. chrysoblepharis</i>	x	x	x	x	x	x	x			x
<i>Aspidosperma. sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>B. rufa</i>	x	x	x						x	x
<i>G.spicatus</i>										
<i>H. salicioides</i>										x
<i>H. brachystachys</i>										
<i>Jaqcmontia .sp 1</i>										
<i>M. claussenii</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>P. exijuum</i>										
<i>P.vexillarium</i>										
<i>P. lanceolotum</i>										
<i>S. parviflora</i>	x	x	x	x	x	x	x			x
<i>V. megapotamica</i>										x

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização das espécies nativas para a recuperação de ambientes alterados pela mineração de Ni é possível, pois os resultados mostram uma cobertura em média de 19,82 % para o coquetel de nativas. As características ecológicas e botânicas devem ser analisadas e testadas em campo para que se possa ter uma maior diversidade de espécies persistindo após a sementeira, completando seu ciclo de vida, e atraindo fauna, ou seja, impulsionando as interações interespecíficas, isto proporcionará o adensamento de indivíduos e diversidade, aumentando a cobertura vegetal e resiliência, embora lento do sistema degradado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, F. G.; VIANA, R. M.; MIRANDA, Z. J. G.; ANDRADE, L. R. M.; BECQUER, T. Plantas nativas de la sabana brasileña tolerantes a los metales pesados prometedores para la recuperación de áreas degradadas por la minería de níquel, Barro Alto, GO, Brasil. In: 4th World Conference on Ecological Restoration, 2011, Mérida. Society for Ecological Restoration - 4th World Conference on Ecological Restoration. Mérida, 2011.
- BROOKS R.R, REEVES RD, BAKER AJM. RIZZO JA & DIAZ FERREIRA, H. The Brazilian Serpentine Plant Expedition (BRASPEX), 1988. N. Geograp. Research. 6: 205-219. 1990.
- BITAR, O. Y. Avaliação da recuperação de áreas degradadas para mineração Região Metropolitana de São Paulo. SP 1997.
- BROOKS, R.R., REEVES, R.D., BAKER, A.J.M., RIZZO, J.A. & DIAZ FERREIRA, H. The Brazilian Serpentine Plant Expedition (BRASPEX), 1988. Natl. Geogr. Res. 6(2):205-219. 1990.
- COUTINHO, L.M. O conceito de bioma. Acta Bot. Bras. 20 (1):1-11. 2006.
- CORRÊA, R. S. Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado - Manual para revegetação. Brasília: Universa, 187p. 2006.
- GONÇALVES, R. J. F. A.; MENDONÇA, M. R. Expansão da atividade mineradora e os conflitos socioambientais: as redefinições territoriais do cerrado. Revista Territorial - Goiás, v.2, n.2, p.93-120, jul. /dez. 2013.

- ESPINDOLA, J. A. A.; OLIVEIRA, S. J. C. R. de; CARVALHO, G. J. A. de; SOUZA, C. L. M. de; PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. Potencial alelopático e controle de plantas invasoras por leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 8 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 47). 2001.
- HARIDASAN, M. Solos do Distrito Federal. In: Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas. Maria Novaes Pinto (org.). Brasília. Ed. Universidade de Brasília. 2a edição, il, revisada e ampliada. Brasília, p.321-344. 1994
- KLINK.C. A, MACHADO R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. Megadiversidade. Volume 1. Nº 1 julho 2005.
- LIMA, P.M.P. Índices de erodibilidade diretos e indiretos para dois latossolos do município de Lavras - Minas Gerais. Ci. e Prát. 15: 186- 193, 1991.
- MITTERMEIER RA, ROBLES G. P, MITTERMEIER CG. Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations. CEMEX and Agrupación Sierra Madre. 1997.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, Arantes, A. A., PRADO, J. & RANAL, M. A. RODRIGUÉSIA 59 (4): 845-858. 2008 C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858. 2000.
- NBL – Engenharia Ambiental Ltda e The Nature Conservancy (TNC). Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará. The Nature Conservancy, Belém, PA. 128 páginas. 2013.
- PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. Biologia da conservação. Primack & Rodrigues. Londrina, 328p. 2002.
- OLIVEIRA - Estudo mineralógico e geoquímico da laterita niquelífera de Niquelândia-GO. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32. Salvador, Anais. Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia. v.3, p. 1183-1190. 1982.
- SOUZA.V.S.; MACHADO, H.O.; ANDRADE.T.M. Similaridade de vegetação ruderal entre regiões do Brasil. Revista geonorte, Edição Especial, V. 1, N.4, p. 274 - 283, 2012.
- SÁNCHEZ, L.E. Projetos de recuperação: usos futuros e a relação com a comunidade. In: I Encontro de Mineração no Município de São Paulo. Anais... São Paulo: Secretaria das Administrações Regionais da Prefeitura do Municipal de São Paulo, p. 53-73. 1994.
- MECHI; SÁNCHEZ, L.E. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. Estud. av. vol.24 no.68 São Paulo 2010.
- MARTINS, C. R. Revegetação com gramíneas de uma área degradada no Parque

Nacional de Brasília-DF, Brasil. 1996. 70f. Dissertação. (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 1996.

ROHDEN.J.F. Espécies recomendadas e suas prioridades para restauração campestre do cerrado. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, 47.p.2014.

SANTOS, D.S.A. Testes de não-escolha em *Porcellio dilatatus* sujeitos a dieta de folhas de *Alyssum* spp. com diferentes concentrações de Ni. Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra, p.52. 2013.

SER. Society for Ecological Restoration, Science & Policy Working Group. Version 2, October, 2004.

VENZKE .T. S.; MARTINS¹.S.V.; NERI. .A.V.; . KUNZ S.H. Síndromes de dispersão de sementes em estágios sucessionais de mata ciliar, no extremo sul da Mata Atlântica, Arroio do Padre, RS, Brasil. Rev. Árvore vol.38 no. 3 Viçosa May/June 2014.

6.1.REFERENCIAS DA TABELA DE CARACTERISTICAS DAS ESPÈCIES

ALBUQUERQUE, L.B.; AQUINO, F.G.; COSTA, L.C.; MIRANDA. Z.J.G; SOUSA, S.R. Espécies de Melastomataceae juss. Com potencial para restauração ecológica de mata ripária no Cerrado.Polibotânica, núm. 35, pp. 1-19.Departamento de Botânica.Distrito Federal, México. febrero, 2013.

ALMEIDA, D; MARCHINI. C.; SODRÉ, G.S.; ÁVILA, M.; ARRUDA, C. M.F. Plantas visitadas por abelhas e polinização. ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, 40 p. 2003.

ANDENA, S.R.; BEGO, L.R.; MECHEI, M.R. A Comunidade de abelhas (Hymenoptera,Apoidea) de uma área de cerrado(Corumbataí, SP) e suas visitas às flores. Rev. bras. Zoociências Juiz de Fora V. 7 N° 1. p. 55-91. 2005.

CORRÊA, R.S.; MELO FILHO, B.; BAPTISTA, M.M. Avaliação fitossociológica da sucessão autogênica em áreas mineradas no Distrito Federal. Cerne,Lavras-MG, v. 13, n. 4, p. 406-415, out./dez. 2007.

GOMES, S. M. As Aspidosperma Mart. et Zucc. (Apocynaceae) no Distrito Federal, Brasil e caracteres para o aprimoramento da taxonomia do gênero. 179 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Departamento de Botânica, Brasília. 1997.

CALEGARI, A. et al. Adubação verde no Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria de Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. 346 p.

- KINOSHITA, L.S. TORRES, R.B. FORNI E.R. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Acta bot. bras.* 20(2): 313-327. 2006.
- KINUPP, V. F. Plantas Alimentícias Não-Convencionais da Região Metropolitana de Porto Alegre. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 590p. 2007.
- KIILL.L.H.P, RANGA, N.T. Biologia floral e sistema de reprodução de *Jacquemontia multiflora* (Choisy) Hallier f. (Convolvulaceae). *Revta brasil. Bot.*, São Paulo, V.23, n.1, p.37-43, mar. 2000.
- LORENZI, H. Plantas Daninhas do Brasil: Terrestres, Aquáticas, Parasitas e Tóxicas. Instituto Plantarum. Nova Odessa, SP, 4ª ed. 672p. Il. 2008.
- LEANDRO, F. Biologia da polinização em campos de altitude no parque Nacional da Serra da Bocaina, SP, Campinas. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, 118 p.2003.
- MELO. J.M. SEMI, J. Taxonomia do gênero *Heliotropium* L. (Heliotropiaceae) no Brasil. *Acta bot. bras.* 22(3): 754-770. 2008.
- MANTOVANI, W. MARTINS, F.R, Florística do cerrado na reserva biológica de moji guaçu, sp. *Acta bot.bras.* 7.1993.
- MANTOVANI, W. & MARTINS, F.R. 1993. Florística do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, SP. *Acta Botanica Brasilica* 7(1): 33-60.
- NERI AV, SOARES MP, MEIRA-NETO JAA, Dias LE. Espécies de Cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas por mineração de ouro, Paracatu-MG. *Revista Árvore* 2011; 35(4): 907-918.
- PNIA. Painel nacional de indicadores ambientais. MMA, 2012.
- PIEIDADE-KIILL, L.H. & RANGA, N.T. Biologia floral e sistema de reprodução de *Jacquemontia multiflora* (Choisy) Hallier f. (Convolvulaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 23:37-43. 2000.
- PORTO, M. Gramíneas. 2007. Extraído de: <http://www.uc.pt/herbario_digital/Flora_PT/Familias/gramineas>.
- SARAVY, F.P.; FREITAS, P.J.; LAGE, M.A.; LEITE, S.J.; BRAGA, L. F.; SOUSA.M. P. Síndrome de dispersão em es tratos arbóreos em um fragmento de floresta ombrófila aberta e densa em alta floresta. *Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, v.2, n.1, p.1-12, 2003.
- SILVA, M.N. Enraizamento de estacas de seis espécies nativas demata de galeria: *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud, *Calophyllum brasiliense* Camb, *Copaifera langsdorffii* Desf, *Inga laurina* (Sw.) Willd. *Piper arboreum* Aubl. e *Tibouchina stenocarpa* (DC.)

- Cogn. Dissertação apresentada ao Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília. Brasília, 1998.
- STEFANOVIĆ, S., AUSTIN, D.F., & OLMSTEAD, R.G. 2003. Classification of Convolvulaceae: A phylogenetic approach. *Syst. Bot.* 28(4): 797-806.
- STEFANOVIĆ, S., KRUEGER, L. & OLMSTEAD, R.G. 2002. Monophyly of the Convolvulaceae and circumscription of their major lineages based on DNA sequences of multiple chloroplast loci. *Amer. J. Bot.* 89(9): 1522.
- SOUZA-SILVA, J. C.; RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; ANTUNES, N. B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de espécies arbóreas e arbustivas que ocorrerem em matas de galeria. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. p. 379-422.
- SARAVY, F. P.; FREITAS, P. J. de; LAGE, M. A.; LEITE, S. J.; BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P. dispersão em estratos arbóreos em um fragmento de floresta ombrófila aberta e densa em Alta Floresta – MT. *Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, v.2, n.1, p.1-12, 2003.
- VIEIRA, DANIEL L. M.; SCHIAVINI, I; ARAUJO, G. M. O papel das beiras de estradas na conservação da diversidade vegetal do cerrado. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia. 2012.
- VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no Distrito Federal. *Ateliê Geográfico, Goiânia, GO*, v. 5, n. 13, p. 183-195, 2011.

Espécies	Referências						
	D. de polinizadores	D.dispersor biotico	P.cobertura	N° sementes	P.vegetativa	P.estabilidade	P.Germinativo
<i>Axonopus chrysoblepharis</i>	PORTO, 2007 (2007)	MANTOVANI, 1993	RMSBC	RMSBC		RMSBC	RMSBC
<i>Aspidosperma sp.</i>	GOMES et al, : SOUZA, 2007.	CORRÊA et al ; 2007;Trindade et al, 2007	RMSBC	RMSBC		RMSBC	RMSBC
<i>Bahunia sp</i>	SARAVY et al, 2003	SARAVY et al, 2003	RMSBC	RMSBC	SILVA, 1998;	RMSBC	RMSBC
<i>Gymnopogon spicatus</i>	PORTO, 2007 (2007)	PORTO, 2007 (2007)	RMSBC	RMSBC		RMSBC	RMSBC
<i>Heliotropium salicioides</i>	MOURA et al 2007; KINOSHITA et al,2005	MELOET al, 2009.	RMSBC	RMSBC	RMSBC	RMSBC	RMSBC
<i>Hypenia brachystachys</i>	MACHADO, 2012.; MACHADO,2015	MACHADO, 2012.; MACHADO,2016	RMSBC	RMSBC		RMSBC	RMSBC
<i>Jacquemontia sp I</i>	SILVA et al, 2002; STEFANOVIĆ, 2002, 2003	SILVA et al, 2002; STEFANOVIĆ, 2002, 2003	RMSBC	RMSBC		RMSBC	RMSBC
<i>Mimosa clausenii</i>	STEFANELLO et all, 2013;VIEIRA et al 2012	VIEIRA et al, 2012	RMSBC	RMSBC	VENTUROLI et al, 2011	RMSBC	RMSBC
<i>Panicum exijuum</i>	PORTO, 2007 (2007)	PORTO, 2007 (2007)	RMSBC	RMSBC		RMSBC	RMSBC
<i>Paspalum vexillarium</i>	PORTO, 2007 (2007)	PORTO, 2007 (2007)	RMSBC	RMSBC		RMSBC	RMSBC

<i>Poropillum lanceolotum</i>	ALMEIDA, 2002.	ALMEIDA, 2003.	RMSBC	RMSBC		RMSBC	RMSBC
<i>Setaria parviflora</i>	PORTO, 2007.	PORTO, 2007.	RMSBC	RMSBC		RMSBC	RMSBC
<i>Vernonia megapotamica</i>	ALMEIDA, 2002.	ALMEIDA, 2003.	RMSBC	RMSBC		RMSBC	RMSBC

