

## AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE UMA ÁREA DA USINA DE BALBINA COMO SUBSÍDIO PARA RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL, NA AMAZÔNIA

**Flávio Brazão Escobar**

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus, AM, Brasil  
[flaviobrazao@hotmail.com](mailto:flaviobrazao@hotmail.com)

**Renata Lima Pimentel**

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus, AM, Brasil  
[renata.luc\\_lp@yahoo.com.br](mailto:renata.luc_lp@yahoo.com.br)

**Julio César Rodríguez Tello**

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus, AM, Brasil  
[jucerote@hotmail.com](mailto:jucerote@hotmail.com)

*Recebido em: 20/02/16; Aceito em: 25/04/17*

### RESUMO

Neste trabalho caracterizou os processos erosivos de uma área degradada denominada "colônia", localizada em área de influência da Hidrelétrica de Balbina no município de Presidente Figueiredo no estado do Amazonas. Colônia é uma área de empréstimo que na época da construção da Usina, foi explorada como fonte de material para construção civil, no local também encontram-se outras áreas de empréstimo, chamados de: Alalau, Areal da curva, Barro amarelo e caixa d'água. A metodologia empregada foi análise exploratória em campo, juntamente com registro fotográfico das modalidades erosivas existentes e uso de Sistema de Informação Geográfica (Arcgis 10) para mapeamento e geração do banco de dados. A partir dos resultados, foi identificado que a área possui alto nível de degradação, com presença de erosões do tipo sulcos e voçorocas em estágio de evolução, que se não forem contidas por projeto de recuperação, os processos de deposição podem se agravar, ocasionando assoreamento dos corpos d'água adjacentes.

**Palavras-Chave:** Degradação Ambiental; Processos Erosivos; Recuperação Ambiental Integrada.

### EVALUATION OF THE DEGRADATION OF A BALBINA USINA AREA AS A SUBSIDY FOR ENVIRONMENTAL RECOVERY AND CONSERVATION IN THE AMAZON

### ABSTRACT

In this work, we characterized the erosive processes of a degraded area called "colony" located in the area of influence of the Balbina Hydroelectric Plant in the municipality of Presidente Figueiredo in the state of Amazonas. Colônia is a loan area that at the time of the construction of the Power Plant was exploited as a source of construction material. There are also other loan areas, called: Alalau, Areal da curva, Barro amarillo and caixa d'água. The methodology used was exploratory field analysis, along with photographic record of existing erosive modalities and use of Geographic Information System (Arcgis 10) for mapping and generation of the database. From the results, it was identified that the area has a high level of degradation, with the presence of erosions of the groove type and gullies in the evolutionary stage, which are not contained by a recovery project, the deposition processes can be aggravated, causing sedimentation Adjacent water bodies.

**Keywords Keys:** Environmental Degradation; Soil Erosion; Integrated Environmental Recovery.

## INTRODUÇÃO

A recuperação de áreas degradadas é um tema bastante discutido entre pesquisadores principalmente quando apresenta complexidade de recuperação em determinadas situações. Há neste caso, falta de esclarecimento dos conceitos inerentes às estratégias de recuperações tornam os trabalhos mais difíceis de serem entendidos, resultando em confusões a respeito do significado de palavras como: recuperação, restauração e reabilitação, porém o Sistema Nacional de Unidades de Conservação define-as de forma distintas (SNUC, 2002).

A recuperação pode ser entendida como a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original (SNUC, 2002). A restauração é a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original por sua vez a reabilitação é o retorno à forma e produtividade em conformidade com a sua capacidade de uso, incluindo sua estabilidade e equilíbrio ecológico (TOY e DANIELS, 1998; SNUC, 2002).

No sentido mais geral a recuperação de áreas degradadas pode ser vista como a busca do desenvolvimento sustentável, isso porque com a crescente demanda dos recursos naturais pela sociedade industrial e pelos altos padrões econômicos vigentes, cada vez mais ocorrem degradações ambientais em micro e macro níveis. Nesse contexto, estratégias de recuperação estão no foco da pesquisa e das ciências, devido à conscientização ambiental, que tornou-se um tema gradativo no cotidiano da sociedade (KAGEYAMA e GANDARA, 2000).

Para que a estratégia de recuperação se torne eficiente e eficaz é necessário avaliar o processo, permitindo assim o aperfeiçoamento e otimização dos resultados (ABSY et al., 1998). Embora o desafio da compreensão do que é uma avaliação correta, as estratégias servem sempre como uma atividade essencial em ações de recuperação. Atividades técnicas-científicas vêm sendo desenvolvidas no âmbito de estratégias de recuperação, ressaltando as diferentes condições ambientais, diferentemente de épocas passadas, onde as estratégias de recuperação se restringiam somente a plantios, hoje inclui programas interligados e integrados na busca da recuperação e conservação ambiental (BALENSIEFER, 1997).

A correta caracterização do geodinamismo dos processos erosivos direciona para melhores resultados em projetos de recuperação de áreas degradadas (PINHEIRO, 2004). Em relação a áreas de empréstimo, é possível descrevê-las como constituintes ecossistêmicos depauperados que não desenvolvem suas funções vitais a contento. Surgem a partir de intervenções antrópicas que suprimem a vegetação e a camada superficial do solo rica em matéria orgânica, além dos horizontes mais profundos, alterando a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico, o que causa desequilíbrios nos ecossistemas, tanto funcionalmente quanto na sua forma (MULLER, 1995; RUIVO et al., 2001; GUERRA e CUNHA, 2003; MENDES-FILHO, 2004).

Em áreas de empréstimos é raro encontrar solos, e sim uma matriz de material mineral de pobre estrutura física e baixa quantidade de nutrientes assimiláveis para as plantas (VALCARCEL et al., 2006). A área de empréstimo Colônia encontra-se sob essa circunstância, ou seja, as camadas foram retiradas, apresentando-se basicamente em estado de rocha matriz exposta consequentemente a perda de horizontes do solo. O solo segundo a Embrapa (1999) resulta de cinco fatores ambientais: material de origem, clima, relevo, organismo e tempo (JENNY, 1941). Logo, o solo é uma variável importantíssima em análises de recuperação e basicamente pode-se descrevê-lo como coleção de corpos naturais constituídos por parte sólida, líquida e gasosa, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais.

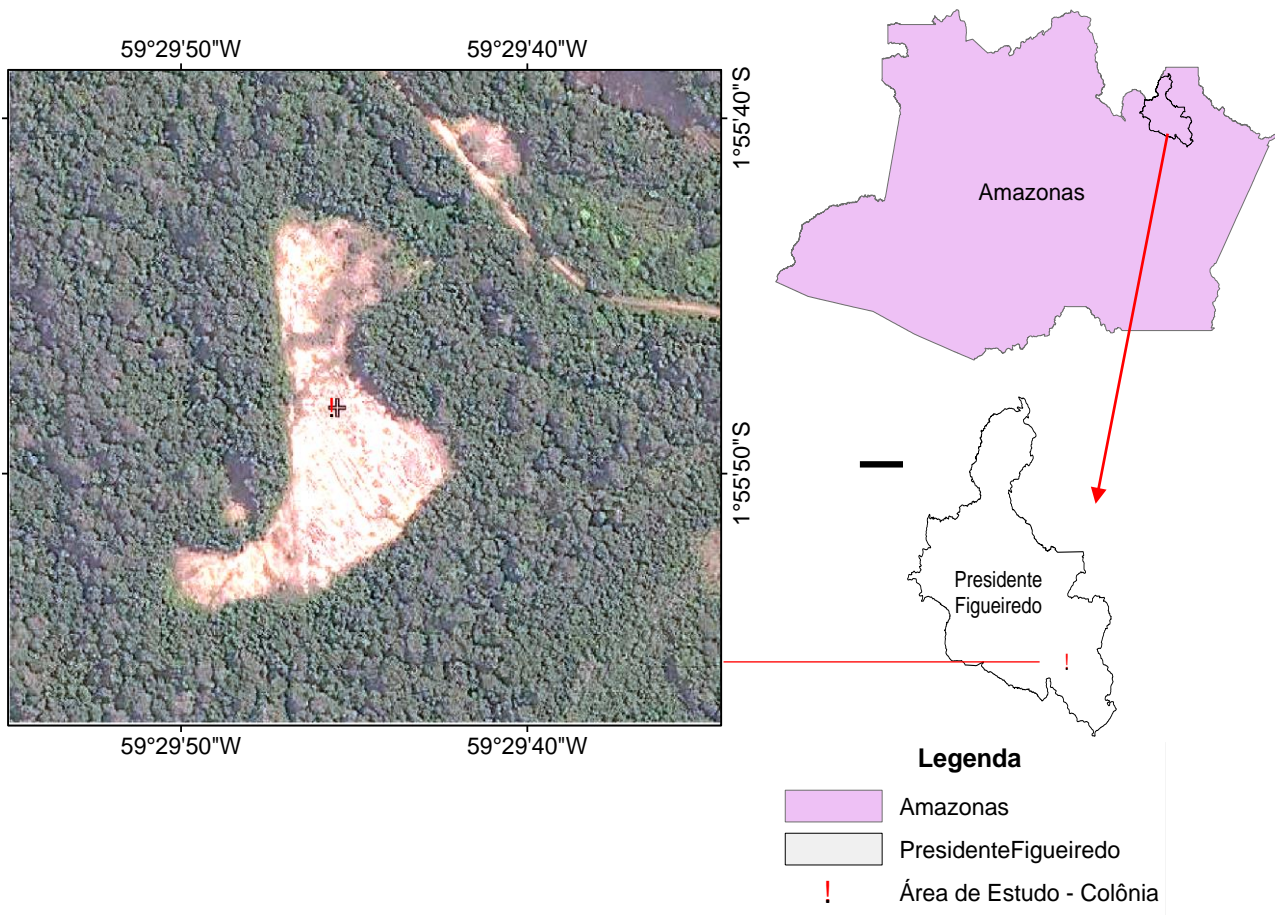
A degradação do solo inicia-se pelo processo de erosão. Bertoni e Lombardi Neto (1990) descrevem a erosão como o processo de desagregação das partículas do solo, com desprendimento e arraste deste material pela chuva (erosão hídrica) e pelo vento (erosão eólica). Neste sentido, a erosão pode ser classificada em erosão geológica (natural) e antrópica. A erosão geológica é caracterizada como um processo lento e é responsável pela modelagem do terreno, construído ao longo do tempo, enquanto a erosão antrópica é influenciada pela ação do homem. As causas da erosão decorrem de vários fatores, das quais se pode citar: desmatamento, queimadas, preparo do solo inadequado, dentre outros.

Frente a essa problemática, o objetivo desse trabalho foi caracterizar os processos erosivos presentes na área de estudo, com fins de obter informações descritivas e preliminares para futuros projetos de recuperação da área degradada, uma vez que a área encontra-se em alto estágio de degradação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O município de Presidente Figueiredo localiza-se ao norte do Estado do Amazonas– e ocupa uma área de aproximadamente 25.421 km<sup>2</sup> (IBGE, 2014). Neste município encontra-se a Vila de Balbina, construída para atender a questões de moradias dos trabalhadores da Hidrelétrica de Balbina. A Usina Hidrelétrica de Balbina está localizada no rio Uatumã que é uma das confluências da Bacia hidrográfica Amazônica. A área estudada denominada “Colônia”, com 3,16 ha, localiza-se nas coordenadas centrais de latitude 1°55'49.69"S e Longitude 59°29'44.94"W (Figura 1).

**Figura 1.** Localização da área Colônia em relação ao estado do Amazonas e do município de Presidente Figueiredo.



**Fonte:** ESCOBAR (2015)

As características climáticas do local são classificadas de acordo com *Köppen*, pelo grupo climático A (clima tropical chuvoso), caracterizado pelo tipo climático AM, que varia para Amw. A temperatura da média anual oscila entre 26°C (apresentando pequena amplitude térmica) e a umidade relativa do ar é sempre superior a 80% (ÁGUIAR, 1995).

O local é caracterizado pelo sistema de floresta tropical densa, caracterizado pela uniformidade do dossel. O sub-bosque é denso, apresentando ainda, formação de floresta aberta com palmeiras e cipós. O solo da área é classificado como do 3º nível categórico (grandes grupos). É constituído por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de

qualquer dos tipos de horizontes superficiais, exceto histico, solos evoluídos em estado avançado de intemperismo (JACOMINE, 2009) devido aos processos de degradação. Atualmente o solo encontra-se com a tipologia arenoso. O perfil de latossolo é descrito como trincheira sob mata natural, litologia de sedimentos caulíníticos, relevo ondulado e com boa drenagem. A formação geológica é do grupo Javari (Alter do Chão ou Formação Barreiras) e do grupo trombetas (formação Pitinga e Nhamundá) (MAIA, 2010).

O levantamento de dados e a caracterização dos processos erosivos que ocorrem na área de estudo consistiram no reconhecimento e levantamento topográfico da Colônia, avaliação de campo (visual) e anotações das informações básicas, a respeito das principais características do solo, como textura, permeabilidade, inclinação e grau de erosão, nesta etapa foram realizados registros fotográficos de pontos com processos erosivos e para o mapeamento e processamento dos dados utilizou-se o Software ArcGis 10.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Colônia foi uma área de empréstimo para subsídio de construção da Usina Hidrelétrica de Balbina, abandonada há aproximadamente 30 trinta anos. Constitui atualmente um ecossistema degradado devido a retirada total do solo, resultando nos processo erosivos, que culminaram com a retirada da cobertura florestal primária. Sendo assim, os meios de regeneração bióticos e elementos como bancos de sementes, plântulas e rebrota, foram impactados sobremaneira (Figura 2).

**Figura 2.** Área após retirada de material de solo da Colônia.



**Fonte:** ESCOBAR (2015)

Na área encontra-se também solo do tipo espodossolo e em relação a sua base, o local apresenta mais ou menos três metros de altura deixando o horizonte C exposto entre a rocha e formação do horizonte, este horizonte é caracterizado por apresentar regolitos, próximo da camada da rocha matriz, características essas típicas de áreas de empréstimo, quase sempre constituído de ecossistemas que sofreram intervenções antrópicas que suprimiram a vegetação primária e a camada superficial do solo, causando desequilíbrio e alterando a qualidade de ecossistemas, tanto funcionalmente, quanto morfológicamente (GUERRA e CUNHA, 2003).

As erosões presentes no local são basicamente do tipo: hídrica e eólica. A erosão hídrica ocorre devido ao fator água, provenientes das chuvas, o que ocasiona erosões do tipo sulcos que evoluem até o estado mais avançado, conhecido como voçorocas. É possível perceber que o estado de regeneração vegetal no local é praticamente inexistente, o que indica situação de agravo no processo erosivo e conseqüentemente degradação da área.



A classificação de erosão mais presente na área é do tipo laminar (Figura 3). Segundo Oliveira (1992) a forma define o que se chama de tipo e estrutura, enquanto que o tamanho e o grau de desenvolvimento são definidos como classe e grau da estrutura, respectivamente. Entretanto, em estudos morfológicos em campo o que é avaliado é a macroestrutura, a partir de critérios definidos como: laminares, prismáticas, blocos e granulares. Pela avaliação de campo, as laminares foram as mais representativas. Bertoni e Lombardi Neto (1990) conceituam a erosão laminar como a lavagem da superfície do solo nos terrenos arados, sendo que este tipo de erosão é o menos notado, arrasta as partículas mais leves do solo e os nutrientes, de forma que o solo se torna mais claro e infértil com o passar do tempo. Para Tavares (2008) a erosão hídrica corresponde à ação da água sobre a superfície do solo— e promove três processos fundamentais: desagregação, transporte e deposição das partículas do solo. Todo o processo erosivo decorrente do fator hídrico ocorre na área do estudo e como a área fica localizada próxima de corpos d'água (como olho d'água, igarapés e rios) os problemas de deposição ocorrem constantemente.

**Figura 3.** Presença de erosão laminar da Colônia.



**Fonte:** ESCOBAR (2015)

O tipo de erosão denominada como sulcos, ocorre devido ao acúmulo da água da chuva em pequenas depressões que depois começam a fluir, adotando uma trajetória de mínima resistência (FAO, 1967). Partindo desse princípio, é possível identificar grandes variedades de sulcos presentes na área em questão, o que ocorre devido ao acúmulo de água em pequenas fissuras que ao chegar a nível superficial, transbordam para outras fissuras e partes baixas da área (Figura 4).

No local também é possível identificar erosões do tipo ravinas, classificada como erosão hídrica laminar, além da coloração cinzenta variando de tonalidade escura ou preta com parcelas avermelhadas, apresenta também horizonte cimentado do tipo “orstein”. Neste caso, trata-se do aprofundamento, que difere-se através de parâmetros de profundidade, enquanto os sulcos têm profundidade de 0,05 a 0,50 cm, as ravinas possuem 0,50 a 1,5 m. As ravinas decorrem de contatos com outros sulcos e o transbordamento da água entre elas, saturando o solo e aumentando à profundidade. Tal situação foi confirmada por Holy (1980) e Vieira (1998), visto que o processo ocorre devido acúmulos elevados de água em sulcos existentes.

**Figura 4.** Presença de cicatrizes e sulcos na Colônia.



**Fonte:** ESCOBAR (2015)

Os sulcos e ravinas estão distribuídos em toda a região Colônia e por não terem sido contidos na época do início do processo erosivo, ocorreu o surgimento de voçorocas (Figura 5). Em relação às voçorocas, Tavares (2008) descreve como o estágio avançado e complexo de erosão, cujo poder destrutivo local é superior às outras formas, e, portanto, mais difícil de ser contida. A EMBRAPA (1999) ressalta que as voçorocas podem ser formadas através de uma passagem gradual da erosão laminar para erosão em sulcos e ravinas, as quais têm dimensões aumentadas, tornando-se cada vez mais profundas, ou então, diretamente a partir de um ponto de elevada concentração de águas sem a devida dissipação de energia.

**Figura 5.** Presença de pequenos sulcos e ravinas na Colônia.



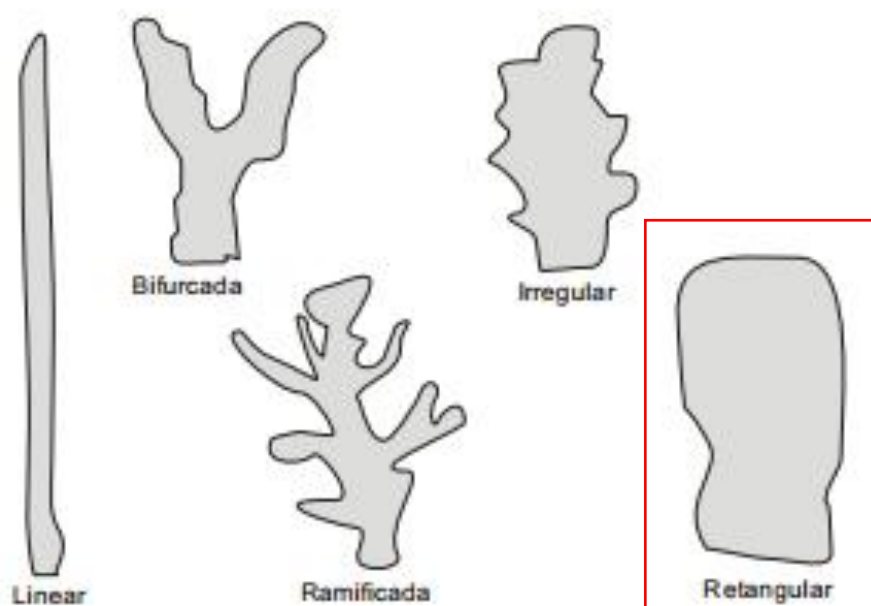
**Fonte:** ESCOBAR (2015)



O processo de formação de voçorocas pode acontecer tanto naturalmente, quanto pela ação antrópica. Oliveira (1999) enfatiza que ravinas e voçorocas são incisões resultantes de desequilíbrio naturais ou induzidos pela ação antrópica. Neste caso específico, essa explicação fundamenta-se por consequência da degradação dos materiais minerais tirados do local onde o processo evoluiu, ou seja, foi pela ação antrópica que os processos erosivos, como ravinas e voçorocas surgiram e foram intensificados pelo processo natural, como chuvas e ventos.

As voçorocas também possuem formas que Vieira (1998) classificou como: lineares, bifurcadas, irregulares, ramificadas e retangulares (Figura 6).

**Figura 6.** Principais formas de voçoroca.



**Fonte:** adaptado de VIEIRA (1998)

O tipo de voçoroca encontrada no local é caracterizado morfologicamente como retangular segundo a classificação de Vieira (1998), pois as suas bordas estão no sentido retangular, entretanto, caso não seja contida, o processo de forma tende a se tornar ramificado e linear, agravando a situação. Vieira (1998) destaca ainda que cada forma é resultante de processos específicos e de condições ambientais características de seu local de ocorrência, tais como geologia (litologia e estrutura), relevo (forma e declividade), solo, cobertura vegetal e sistema de drenagem superficial e subsuperficial. A formação de voçorocas que ocorre no local tem como grandes contribuintes o solo solto, opaco e enfraquecido, intensificado pela frequência de chuvas, o que acentua cada vez mais o processo de degradação, além da inexistência de cobertura vegetal, que poderia atenuar esse processo. A voçoroca analisada possui profundidade aproximada de 3 a 5 metros nas bordas adjacentes à superfície e de 4 a 6 metros na parte interior (Figura 7).

A voçoroca encontrada no local enquadra-se no tipo desconectada, classificada segundo Oliveira (1992) em relação ao nível de evolução, pois não há ligação direta com o canal fluvial mais próximo. Entretanto, pelo processo evolutivo, a voçoroca poderá futuramente ser classificada como integradas, o que agrava a situação da área, devido sua extensão.

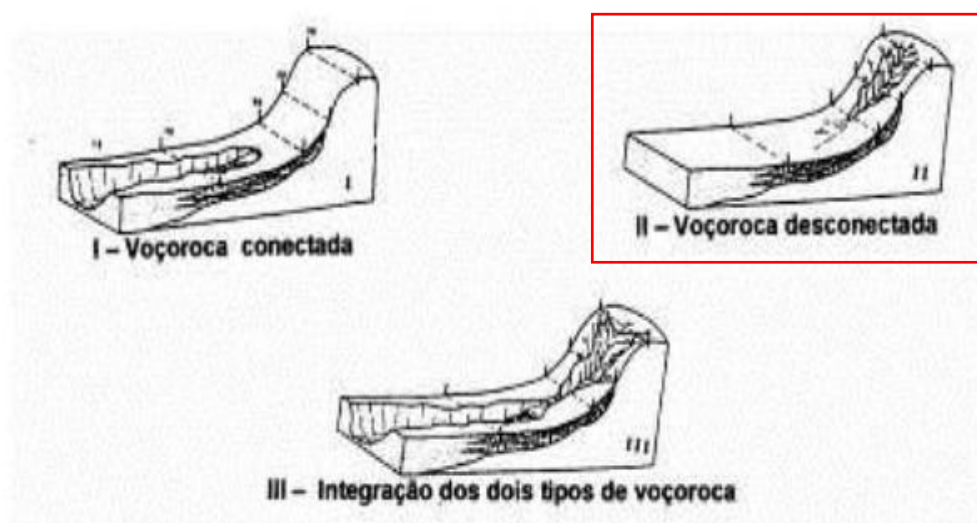
**Figura 7.** Presença de voçoroca na Colônia.



Fonte: ESCOBAR (2015)

As voçorocas também podem ser classificadas de acordo com o seu nível de evolução. Oliveira (1992) classificou em desconectadas, conectadas e integradas (Figura 8).

**Figura 8.** Tipos de voçorocas segundo Oliveira (1992).



Fonte: Adaptado ESCOBAR (2015)

Além das tipologias de processos erosivos citados, encontram-se também erosões do tipo pináculo e pedestal. A erosão por pináculo é encontrada na parte superior da Colônia. Esse tipo de erosão é descrita pela CETEC - MG (2007) como erosão por salpicamento do solo pelas gotas de chuva, que forma pináculos dentro das voçorocas, no fundo e nos barrancos, sendo que, em geral cascalhos ou pedras são encontrados na parte superior dos pináculos, indicando desequilíbrio da composição do solo. As Figuras 9 e 10, respectivamente, apresentam erosões por salpicamento e Pináculos. O panorama dos processos erosivos existentes na área de estudo, tais como: voçoroca, erosão laminar e salpicamento, estão ilustrados na Figura 11.



**Figura 9.** Presença de Salpicamento na Colônia.



**Fonte:** ESCOBAR (2015)

**Figura 10.** Presença de Pináculos na Colônia.



**Fonte:** ESCOBAR (2015)



**Figura 11.** Representação das erosões ao longo da Área do Colônia.



**Fonte:** ESCOBAR (2015)

A erosão do tipo pedestal identificada quando um solo propenso à erosão é protegido por uma barreira de pedra ou raízes, o que resiste à erosão formando “pedestais isolados”, o que pode ocorrer em campos arados em consequência de chuvas intensas e abundantes (CETEC – MG, 2007). Contudo, a retirada da camada protetora da vegetação em conjunto com a intensidade da chuva acarretou na área da Colônia a presença desse tipo de erosão (Figura 12).

**Figura 12.** Presença de pedestais na Colônia.



**Fonte:** ESCOBAR (2015)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área da Colônia encontra-se no estágio de degradação avançada decorrentes de atividades antrópicas, sem planejamento adequado e sem dispor de um plano de manejo e conservação do solo. A erosão laminar foi a mais representativa, entretanto, a erosão do tipo eólica também ocorre, intensificando cada vez mais o processo de degradação da área. Devido ao estado de degradação as erosões que poderiam ter sido mitigadas, sofreram influências ambientais e temporais, tornando-se erosões de maiores proporções.

Esses processos erosivos são resultantes de um ambiente em desequilíbrio que deve ser atenuado e observado, pois nestas condições a área apresenta verdadeiramente um desafio de planejamento de recuperação da área degradada. Torna-se necessário entender todo o processo pedogenético e geológico, além do conhecimento dos melhores produtos fisiológicos, que neste caso deve-se atentar para as condições dos solos, variáveis ambientais e especificidades do local, além de reconhecer a evolução dos processos erosivos. Nessa perspectiva, a área necessita de intervenção imediata visando à contenção e/ou estabilização desses processos.

## REFERÊNCIAS

- ABSY, M. L. et al. Subsídios para uma proposta de monitoramento aquático continental, aquático marinho, atmosférico e terrestre. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Série Meio Ambiente em Debate. 1998. 115 p. Vol. 20.
- AGUIAR, F. E. O. **As alterações climáticas em Manaus no século XX**. Rio de Janeiro: UFRJ - Instituto de Geociências: Departamento de Geografia. 1995. 182 p.
- BALENSIEFER, B. **Recuperação de áreas degradadas na Mata Atlântica: catálogo bibliográfico**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – CNRB. 1997. 72p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba - São Paulo: Ícone, 1990.
- CETEC-MG. **Voçorocas medidas de prevenção e contenção em áreas rurais**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, 2007. Dossiê técnico.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- \_\_\_\_\_. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa do solos (Rio de Janeiro, RJ) – Brasília: Embrapa Produção de informação: Embrapa Solos, 1999.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **La erosión del suelo por el agua: algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo**. Roma: 1967. 207 p.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2003. 372p.
- HOLY, M. **Erosion and environment**. In: environment sciences and applications. Oxford: New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt, Pergamon Press, 1980. Vol. 9.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Portal cidades**. 2014. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=130353&search=amazonas|presidente-figueiredo>> Acesso em: 11 de dezembro de 2016.
- JACOMINE, P. K. T. **A nova classificação brasileira de solos**. Anais da Academia Pernambucana de ciência agrônômica, Recife, vols. 5 e 6, p.161-179, 2008-2009.
- JENNY, H. **Factors of soil formation, a system of quantitative pedology**. New York, McGraw- Hill, 1941. 281 p.



- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de área ciliares. In: RODRIGUEZ, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, FAPESP, 2000. p.249-269.
- MAIA, M. A. M. **Geodiversidade do estado do Amazonas**. [org]. Manaus: CPRM, 2010.
- MENDES FILHO, P. F. **Potencial de reabilitação do solo em uma área degradada através da revegetação e do manejo microbiano**. Tese (Doutorado em Agronomia) – São Paulo: ESALQ/USP. 2004.
- MÜLLER, A. C. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books. 1995.
- OLIVEIRA, M. A. T. **Morphologie des versants et ravinement: héritages et morphogénèses actuelle dans une région de socle tropical**. Tese (Doutorado) - Lecas de Bananal: Universidade de Paris IV – Paris Sorbonne. 1992.
- OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. IN: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1999. p. 57-99
- PINHEIRO, C. A. A. **Dinamismo dos processos erosivos em fontes pontuais de emissão de sedimentos para a Baía de Sepetiba**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Rio de Janeiro: Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2004.
- RUIVO, M. L. P.; BARROS, N. F.; SCHAEFFER, C. E. R. Vegetação, biomassa microbiana e características químicas do solo como indicadores de reabilitação de áreas mineradas na Amazônia Oriental. **Revista Ciências Agrárias**, n. 36, p.137-160, 2001.
- SNUC, Sistema Nacional de Unidades de conservação da Natureza. **Lei nº 9985, de 18 de Julho de 2000; decreto nº 4.320, de 22 de agosto de 2002**. 2 ed. Brasília. MMA/SBF, 2002. 52p.
- SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Glossary of soil science terms**. Madison, Wisconsin-USA, 1975. p. 1-34
- SOFTWARE, ESRI. ArcGis 10. Versão 2010
- TAVARES, S. L. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p. Dados eletrônicos - Documentos/Embrapa Solos.
- TOY, T. J.; DANIELS, W. L. **Reclamation of disturbed lands**. In: MAYER, R. A. (Ed.). *Encyclopedia of environmental analysis and remediation*. New York: John Wiley, 1998. p. 4078-4101.
- VALCARCEL, R. et al. Avaliação da biomassa de raízes finas em área de empréstimo submetida a diferentes composições de espécies. **Revista Árvore**, Viçosa, 2007.
- VIEIRA, A. F. G. **Erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM)**. Dissertação Mestrado) – Florianópolis: DPGG/UFSC. 1998.