



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE PARINTINS  
LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

**PROCESSOS EROSIVOS NO ASSENTAMENTO DE VILA AMAZÔNIA,  
PARINTINS-AM: MAPEAMENTO DE VOÇOROCAS.**

PARINTINS/AM

2019

SIMONE PINTO CASTRO

**PROCESSOS EROSIVOS NO ASSENTAMENTO DE VILA AMAZÔNIA,  
PARINTINS-AM: MAPEAMENTO DE VOÇOROCAS.**

Monografia apresentada a Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Centro de Estudos Superiores de Parintins (CESP), como parte da exigência para obtenção do título de licenciatura em Geografia, sob a orientação do Professor Dr. João D'Anuzio Menezes de Azevedo Filho.

Orientador: Dr. João D' Anuzio Menezes de Azevedo Filho

PARINTINS/AM

2019

SIMONE PINTO CASTRO

**PROCESSOS EROSIVOS NO ASSENTAMENTO DE VILA AMAZÔNIA,  
PARINTINS-AM: MAPEAMENTO DE VOÇOROCAS**

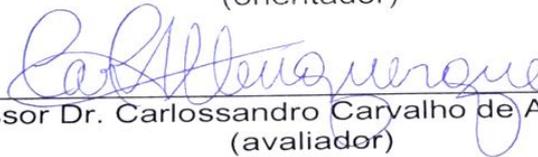
Trabalho final, apresentado a Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Centro de Estudos Superiores de Parintins (CESP), como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado em Geografia, sob a orientação do professor Dr. João D'Anuzio Menezes de Azevedo Filho

Parintins, 29 de novembro de 2019

BANCA EXAMINADORA



\_\_\_\_\_  
Professor Dr. João D'Anuzio Menezes de Azevedo Filho  
(orientador)



\_\_\_\_\_  
Professor Dr. Carlossandro Carvalho de Albuquerque  
(avaliador)



\_\_\_\_\_  
Msc. Francisco Everardo Girão  
(avaliador)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus maiores exemplos de vida: MARIA CILEUZA RIBEIRO PINTO e MANUEL ROSOMIRO SIQUEIRA DE CASTRO que sempre me estimularam a buscar novos conhecimentos, com muita sabedoria, oração, discernimento, bom senso e dedicação, encorajando-me nas horas difíceis e me aplaudindo nos momentos de glória. Obrigada por serem meus pais e sempre estarem comigo.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, essência da minha vida, Obrigado pela força nos momentos difíceis, em que eu achava que jamais iria conseguir.

Aos professores do colegiado de Geografia Alem Marinho, Camilo Ramos, Carmem Lúcia, Charlene Muniz, João Bosco, Reginaldo Luiz, Tatiana Barbosa, e principalmente ao meu orientador João D’Anúzio pelo carinho, caráter, sabedoria, pelo tempo que generosamente me dedicou, transmitindo-me os melhores e mais úteis ensinamentos, com paciência, lucidez e confiança. Sou inteiramente grata por essa orientação, que vai além da graduação, bem como pelo imenso apoio nos momentos de dificuldade.

À secretária do curso de geografia Kletrianny Gama pelo carinho, ajuda e dedicação. A ela meus sinceros agradecimento e admiração.

Ao meu filho Eduardo Castro propósito do meu viver, que já compartilha comigo este trabalho!

Aos meus pais Maria Cileuza e Manuel Rosomiro os mais profundos agradecimentos, por seu amor, crença e compreensão – e incentivo e confiança necessária para realizar os meus sonhos.

Aos meus Irmãos, Eder, José Sidney e Samya.

Aos meus amigos que a geografia me deu, Brenno Jacaúna, Elciane Valente, Erick Marques, Jucicleia Nazaré, Julianne Lobato, Liêne Batalha e Sayuri Reis sempre tão dedicados e preocupados comigo. Com certeza, amigos, sem essa cumplicidade e carinho teria sido mais difícil. Meu muitíssimo obrigado pelas múltiplas e inestimáveis contribuições.

A Universidade do Estado do Amazonas, em especial ao Centro de Estudos superiores de Parintins, pela oportunidade de estudo.

Há muito mais a quem agradecer. A todos aqueles que, embora não nomeados, me apoiaram em distintos momentos e, por suas presenças afetivas e inesquecíveis, o meu reconhecido e carinhoso muito obrigado!

## RESUMO

Nos últimos anos a degradação do solo por meio da erosão tem promovido inúmeras alterações em ambientes rurais e urbanos, gerando a partir dos seus efeitos várias consequências de ordem socioambiental para os grupos sociais afetados pelo tal processo. Parte dessa degradação é causada principalmente por voçorocas que se formam a partir das condições ambientais específicas de suas áreas de ocorrência, tais como o clima, as características do solo, tipo de encosta, afloramento do lençol freático, cobertura vegetal e a precipitação que condiciona os fluxos superficiais e subsuperficiais. Nesse sentido o presente trabalho teve como principal objetivo mapear e caracterizar os tipos de voçorocas existentes em Parintins, Estado do Amazonas, no assentamento de Vila Amazônia. Para isso foi possível identificar os processos erosivos como os sulcos, as ravinas e as voçorocas existentes na localidade; Sendo esta última procurando classificá-las quanto ao tipo, forma, tamanho, volume erodido e quais os principais problemas causados ao meio ambiente e para os moradores locais. Para a realização do trabalho utilizou-se os seguintes procedimentos metodológicos: Levantamento bibliográfico; trabalho de campo; e a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e imagens de satélite. Como resultados foram mapeadas no assentamento de vila Amazônia 9 voçorocas, sendo as mais relevantes daquela região, pôde-se compreender que os principais agentes condicionantes para o surgimento das voçorocas na área de estudo são: O alto índice de precipitação do município e o seu escoamento superficial e subsuperficial; o tipo de solo que possui em sua base um horizonte com grande concentração de material arenoso; a forma do relevo, pois a maioria das encostas apresenta configuração de declividades mais elevadas, propícia a erosão; e como um dos principais agentes, o uso do solo para práticas de pecuárias extensivas e aberturas de estradas e vicinais, sendo o desmatamento de áreas de mata ciliar das encostas os iniciadores dos processos erosivos. Entre os principais danos socioambientais causados pela erosão destacam-se, o abandono da terra por parte dos moradores e o assoreamento de nascentes.

**Palavras-chaves:** Processos erosivos, Voçorocas e Assoreamento.

## ABSTRACT

In recent years soil degradation through erosion has promoted innumerable alterations in rural and urban environments, generating from its effects several social and environmental consequences for the social groups affected by this process. Part of this degradation is mainly caused by gullies that form from the specific environmental conditions of their occurrence areas, such as climates, soil characteristics, slope type, groundwater outcrop, vegetation cover, and rainfall that conditions surface and subsurface flows. In this sense, the present work had as main objective to map and characterize the types of gullies existing in Parintins, state of Amazonas, exclusively of Vila Amazonia. For this it was possible to identify the erosive processes such as the grooves, ravines and gullies existing in the locality, being the latter, seeking to classify it as the type, shape, size eroded volume and what major problems caused to the environment and to local residents. The following methodological procedures were used to perform the work: Bibliographic survey, field work, and the use of Geographic information System and Satellite Images.

As results were mapped in the settlement of Vila Amazonia 9 gullies, being the most relevant of that region, it could be understood that the main conditioning agents for the emergence of the gullies in the study area are: The high precipitation rate of the municipality and its runoff, surface and subsurface, a type of soil that has at its base a horizon with a large concentration of sandy material, the shape of the relief, since most slope configuration, and as one of the main agents, the use of land for the practice of extensive cattle raising and the opening of roads and vicinals, being the deforestation of riparian forests of the above mentioned the initiators of erosive processes. Among the main social and environmental damages caused by erosion are the abandonment of the land by the residents and the siltation of springs.

**Keywords:** Erosive processes, Gullies and siltation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> Localização do Assentamento de Vila Amazônia.....	03
<b>Figura 02:</b> Fase do processo erosivo .....	05
<b>Figura 03:</b> Voçoroca na região do Zé Açú.....	12
<b>Figura 04:</b> Modelo conceitual de evolução de voçorocas .....	14
<b>Figura 05:</b> Principais tipos de voçorocas .....	14
<b>Figura 06:</b> Sulcos na Estrada de Vila Amazônia .....	20
<b>Figura 07:</b> Voçoroca do São Jorge do Juarí .....	23
<b>Figura 08 :</b> Vila Amazônia: Mapeamento de voçorocas (Parintins-AM) .....	24
<b>Figura 09:</b> Voçoroca na comunidade do Açaí na estrada de Vila Amazônia .....	25
<b>Figura 10:</b> Igarapé assoreado na comunidade do Açaí .....	26
<b>Figura 11:</b> Voçoroca na comunidade de Santíssima Trindade do Laginho .....	27
<b>Figura 12:</b> Processo erosivo na comunidade do São Jorge .....	28
<b>Figura 13:</b> Assoreamento da nascente da comunidade do São Jorge.....	29
<b>Figura14:</b> Voçoroca no Zé Açú.....	30
<b>Figura15:</b> Assoreamento da nascente no Zé Açú.....	31

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 01:</b> Classificação das voçorocas por tamanho (m3) .....	23
<b>Tabela 02:</b> Características das voçorocas – Vila Amazônia – Parintins-AM .....	39

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. EROSÃO DO SOLO.....</b>	<b>3</b>
<b>3 - PROCESSOS EROSIVOS E SUAS FORMAS.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1 FATORES CONTROLADORES DA EROSÃO DOS SOLOS.....</b>	<b>8</b>
<b>3.2- PROCESSOS DE FORMAÇÃO DE VOÇOROCAS .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3- CLASSIFICAÇÕES DAS VOÇOROCAS .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4. - IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DAS VOÇOROCAS.....</b>	<b>16</b>
<b>4. VILA AMAZÔNIA .....</b>	<b>17</b>
<b>5 - PROCESSOS EROSIVOS NA GLEBA DE VILA AMAZONIA .....</b>	<b>18</b>
<b>5.1- SULCOS .....</b>	<b>19</b>
<b>5.2- RAVINAS .....</b>	<b>20</b>
<b>5.3- VOÇOROCAS .....</b>	<b>21</b>
<b>6 .- UMA METODOLOGIA PARA OS ESTUDOS DOS PROCESSOS EROSIVOS NA AMAZÔNIA.....</b>	<b>23</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>31</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>34</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a degradação do solo por meio da erosão tem promovido inúmeras alterações em ambientes rurais e urbanos, gerando a partir dos seus efeitos várias consequências de ordem socioambiental para os grupos sociais afetados pelo tal processo. Parte dessa degradação é causada principalmente por voçorocas que se formam a partir das condições ambientais específicas de suas áreas de ocorrência, tais como o clima, as características do solo, tipo de encosta, afloramento do lençol freático, cobertura vegetal e a precipitação que condiciona os fluxos superficiais e subsuperficiais.

A erosão por ser um processo de ação natural, ela sempre agirá nos diversos tipos de solos, modificando a paisagem do relevo local que dependendo das várias ações que ocorrem no ambiente como, o calor, o frio, a intensidade da água e dentre outras essas incisões vão atuar de formas diferentes. Entre os elementos naturais responsáveis pelas modificações do relevo, destaca-se o papel da erosão pluvial que é manifestado na superfície através de incisões como sulcos, ravinas, voçorocas.

A questão ambiental tem sido evocada de maneira crescente em função de preocupação com a preservação e conservação dos recursos naturais. Com a intensificação e intervenção humana, explorando a natureza de formas diversas com o intuito, em sua maior parte, econômica.

Nas últimas décadas a degradação do solo por meio da erosão tem causado inúmeros transtornos às populações localizadas tanto em áreas rurais como urbanas (VIEIRA, 2010). Dentro desse contexto de degradação ambiental, as voçorocas, feições geomorfológicas resultantes da ação erosiva acelerada durante um tempo suficiente para a formação de incisões no solo, além de poderem alcançar centenas de metros de comprimento e dezenas de metros de profundidade, podem causar várias consequências socioambientais, apresentando em alguns casos específicos efeitos catastróficos (VIEIRA, 2010; ALBUQUERQUE, 2012).

Para que se possa compreender como se dá a formação e evolução de uma voçoroca, deve-se primeiramente entender que uma voçoroca é consequência de outras feições erosivas no solo, tais como sulcos e ravinas, causados principalmente pela concentração do escoamento superficial e subsuperficial da água.

A erosão pluvial é uma das principais agentes causadores de feições erosivas. Os sulcos são as de menor profundidade, e se utilizados de técnicas adequadas podem ser revertidos, se não cuidados podem avançar e tornarem mais profundos dando origem as ravinas que por sua vez caso não haja controle podem resultar em voçorocas.

O resultado desse desgaste pode originar a *voçoroca* que é compreendida como sendo uma “escavação ou rasgão de solo ou rochas decomposta, ocasionada pela erosão do lençol do escoamento superficial” (GUERRA, 2001). Podem ser controladas a partir de planejamento de retenção de desbarrancamento da encosta através de novas vegetações em seu arredor e em seu interior que conteria a intensidade do processo erosivo.

As voçorocas são as características erosivas relativamente pertinentes nas encostas, possuindo paredes laterais íngremes e, em geral fundo chato, ocorrendo fluxos de águas nos seus interiores durante os eventos chuvosos. (GUERRA et. al,2001).

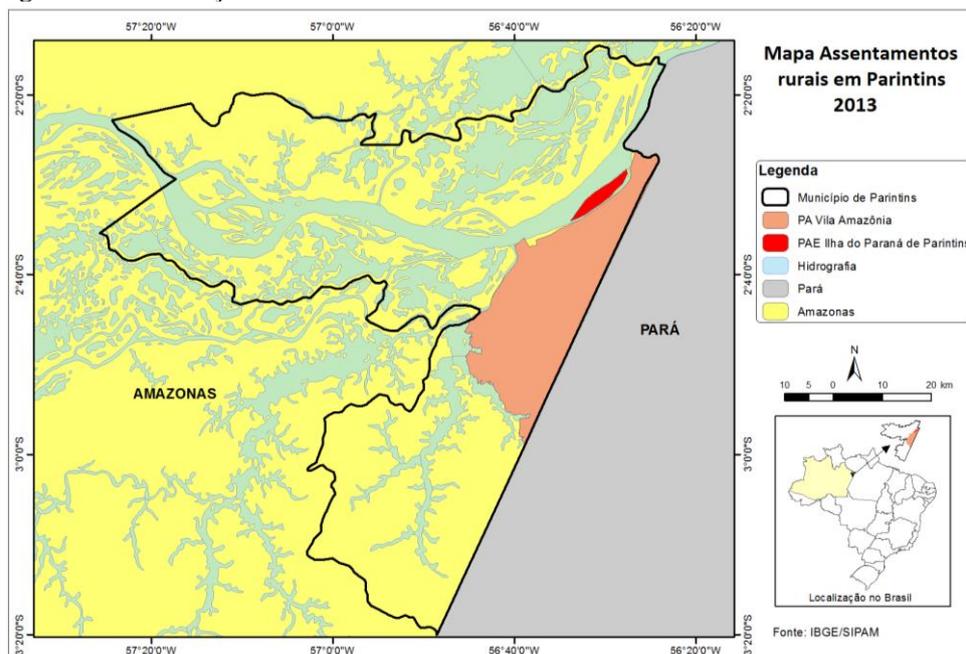
Este tipo é o mais grave e compromete o solo e afeta a vida das pessoas. O solo torna-se inútil para a produção devido a grande perda de sedimentos erodidos diariamente. Dentre os danos causados as pessoas, as voçorocas ameaçam, pois causam risco de acidentes quando atingem as estradas e vias de trânsitos, e economicamente, pode levar ao encarecimento de produtos devido à falta de acesso a outros lugares quando desmorona as vias de acessos.

A redução da cobertura vegetal associada a ação hídricas causa empobrecimento do solo próximos as encostas contribuem para o aparecimento de voçorocas, que podem chegar a atingir vários metros de profundidades e comprimentos atingindo o lençol freático, assoreando rios e igarapés, devido o volume de solo erodidos e sedimentado no fundo do vale contribuindo para o aparecimento de paliteiros.

Em consequência, essa feição além de causar danos ambientais causa danos sociais, dificuldades de acessibilidades se localizados próximo a locais habitados.

O local de estudo escolhido foi à área do Assentamento de Vila Amazônia, mais precisamente nas comunidades que liga a estrada a comunidade de Santa Maria de Vila Amazônia até a Comunidade de Santa Rita da Valéria e Zé Açú. Todavia a área delimitada para esse trabalho foi o trecho inicial da mesma, até Comunidade do Açáí e prolongando-se pela vicinal que leva a Comunidade de São Jorge do Jauari, da vicinal que leva a comunidade de Santíssima Trindade do Laguinho e a comunidade do Zé Açú.

**Figura 01:** Localização do Assentamento de Vila Amazônia



Fonte: IBGE (2010), organizado por JD Azevedo Filho

Assim, este trabalho teve como principal objetivo Mapear e caracterizar os tipos de voçorocas existente em Parintins, Estado do Amazonas, exclusivamente no assentamento de Vila Amazônia. Para isso foi possível identificar os processos erosivos como os sulcos, as ravinas e as voçorocas existentes na localidade; Sendo esta última procurando classificá-las quanto ao tipo, forma, tamanho, volume erodido e quais os principais problemas causados ao meio ambiente e para os moradores locais.

A pesquisa está pautada no método descritivo, que segundo Gil (1999), o método descritivo tem como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno. Através de uma abordagem sistêmica, teremos base para interpretação dinâmica e totalizante da realidade.

É uma pesquisa de natureza descritiva e observacional utilizando-se de ferramenta como observação, visando a busca satisfatória da necessidade intelectual pelo conhecimento. Para a realização do trabalho utilizou-se os seguintes procedimentos metodológicos: Levantamento bibliográfico; trabalho de campo; e a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e imagens de satélite. Os SIGs utilizados foram o Google Earth (MS) e o QGIS, ambos livres.

## 2. PROCESSOS EROSIVOS DO SOLO

Segundo o IBGE (2009) uma das mais importantes formas de alterações do ambiente que envolve troca de matéria e energia é a erosão.

O fenômeno da erosão constitui o conjunto de agentes dinâmicos através do qual atuam de maneira combinada todos os processos de degradação, incluindo intemperismo, transporte, ações mecânica e química da água corrente e de outros agentes erosivos, responsáveis pela destruição das saliências ou reentrâncias do relevo, sendo por isso mesmo um importante agente modelador da superfície (IBGE, 2009).

A erosão é um processo desencadeador da degradação do solo, geralmente iniciada pela retirada da cobertura vegetal e uma das principais fontes produtoras de sedimentos. Consiste no processo de desagregação e transporte de sedimentos e uma de suas formas mais comuns é a hídrica (VIEIRA, 2008).

A erosão hídrica que é causada pela água das chuvas, é identificada como a principal causa do empobrecimento do solo. De acordo com Guerra (1999), ação do *splash* ou erosão por salpicamento é o estágio inicial do processo erosivo, onde as partículas do solo serão transportadas através do escoamento superficial.

A erosão em muitos casos é tida como um processo natural, porém, pode se agravar em alguns locais dependendo de alguns fatores, como o tipo de solo, em decorrência da precipitação da água da chuva, desmatamento nas proximidades das encostas, aberturas de estradas, fazem com que o processo acelere causando ravinas e posteriormente voçorocas, que levam a uma série de problemas socioambientais. Os problemas acontecem quando taxa de perda de solo ultrapassa os níveis naturais, muitas das vezes pela falta de práticas de conservação. A erosão pode causar como exemplo, a remoção de nutrientes no topo do solo, a redução da penetração de raízes de plantas e de armazenamento de água, a diminuição de áreas utilizadas para agricultura e pecuária, o aumento do assoreamento dos rios e lagos, e a poluição dos corpos hídricos ainda destaca que as atividades humanas realizadas no solo são uma das essenciais causas de erosão.

O processo de desagregação e movimentação de partículas de solo, por meio de agentes como o vento e principalmente a água fazem com que ocorra a desagregação e transporte, dentre os agentes a água tem maior destaque, pois age tanto de forma superficial, quanto de forma subsuperficial. Para uma melhor compreensão, destacam-se dois importantes fenômenos iniciais, que:

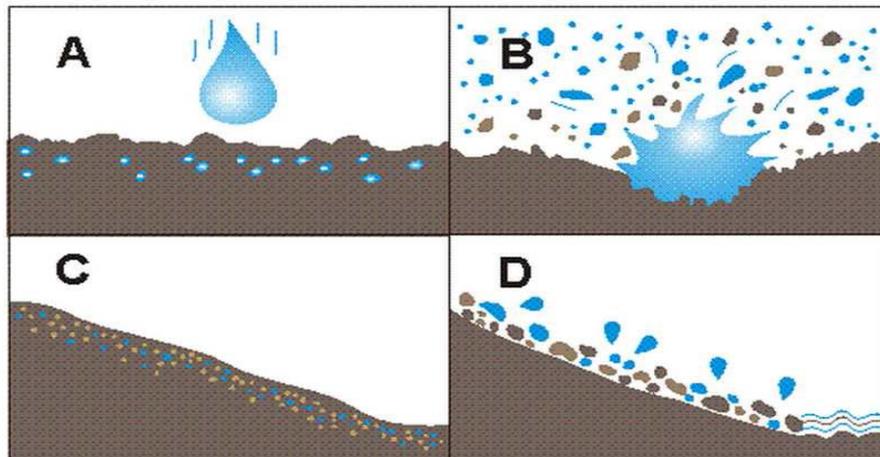
[...] a erosão do solo é um processo que ocorre em duas etapas, uma que constitui a remoção (*detachment*) e partículas, e outra pelo transporte de material, efetuado pelos agentes erosivos. Quando não há energia suficiente para continuar ocorrendo o transporte, uma terceira fase acontece que é a deposição desse material transportado (GUERRA, 2001).

As áreas mais susceptíveis a erosão são as áreas onde o solo está desprotegido devido ao desmatamento, as queimadas, ao uso intensivo da monocultura que deixam os solos empobrecidos e vulneráveis a erosão.

Os impactos das gotas de chuva na superfície do solo, ocorrendo à desagregação e a liberação das partículas, e por outro lado o escoamento superficial das águas, que permite o transporte das partículas que foram liberadas, a forma o escoamento superficial ao longo da vertente, desenvolvendo dois tipos de erosão. A erosão laminar ou em lençol, são causadas pelo escoamento difuso das águas da chuva, ocorrendo remoção progressiva e relativa da superfície do solo. A erosão linear é causada pela concentração de linhas de fluxo das águas do escoamento superficial, resultando em pequenas incisões na superfície do terreno, em forma de sulcos (GUERRA, 2008).

A erosão hídrica provocada pela ação água da chuva sobre o solo, do volume precipitado, uma parte interceptada pela vegetação, enquanto o restante atinge a superfície do solo, provocando o seu umedecimento e a redução das forças coesivas. Com a continuação da ação da água da chuva, ocorre a desestruturação aumentada pela intensidade de precipitação, velocidade e pelo tamanho das gotas. Como podemos ver na figura 02.

**Figura 02:** Fase do processo erosivo



Fonte: PLANTIO (2016)

A figura 02 mostra as fases do processo de erosão que são: na etapa A, ocorre o impacto da água da chuva no solo desnudo ou desprotegido; na etapa B, ocorre a fragmentação e formação de pequenas partículas; na etapa C, as partículas bloqueiam os poros e formam uma superfície selada, e na etapa D, a água que escorre carrega as partículas do solo que são depositadas nas partes baixas e a velocidade da água é reduzida.

Segundo Bigarella et.al (2007) a água é a principal responsável pelas mudanças morfológicas da paisagem, contribuindo significativamente para sua evolução. Desse modo, é importante analisar a erosão hídrica, que atua de forma direta (impactos das gotas de chuva na superfície do solo, e indiretos, promovendo o escoamento superficial mediante a saturação do perfil de solo e o selamento da sua superfície). A ação erosiva é controlada por dois fatores: erosividade (habilidade da chuva e do escoamento em gerar erosão); erodibilidade (características do solo relacionadas ao favorecimento ou não da erosão).

A erosão pode ocorrer de duas formas, a normal e a acelerada. A primeira seria aquela imperceptível, que ocorre dentro das condições naturais do ambiente, podendo ser percebida ao longo do tempo. Já a erosão acelerada, é aquela que há interferência do homem ou mudanças climáticas significativas, que aumentam a intensidade e a agressividade do processo, com grande poder destrutivo.

Ambas são afetadas pela retirada de vegetação e por outros fatores, como o relevo, pluviosidade, tipo de solo, granulometria, declividade e comprimento da encosta entre outros fatores. É importante ressaltar que os processos erosivos causados pela ação hídrica seguem uma linha de evolução, na qual primeiro se tem a erosão laminar (retirada de material pelo fluxo em lençol da água sob a superfície); erosão linear (a água concentra-se em um único fluxo, devido a irregularidades no terreno), este estágio inclui os sulcos (filetes que dissecam verticalmente a vertente, aumentando sua capacidade de transporte de sedimentos).

As feições de ravinas, sulcos mais profundos, se alargam, se estendendo rumo a montante pelo solapamento e pela força cinética do fluxo, atingindo dimensões que o manejo simples do solo não consegue corrigir e finalmente, as voçorocas, cujo ravinamento, atinge o lençol freático e o seu desenvolvimento torna-se mais complexo, pois além da ação das águas superficiais, tem-se também a atuação das águas subsuperficiais e subterrâneas.

Para Bigarella (2007), a voçoroca é uma feição erosiva complexa, que pode ser atribuída a um ravinamento acelerado, e sua origem está ligada a “um desequilíbrio hidrológico causado principalmente pela ocupação das terras, com remoção generalizada das florestas protetoras.”

### **3 - PROCESSOS EROSIVOS E SUAS FORMAS**

Ao observar a paisagem de qualquer lugar, percebem-se de imediato suas formas e suas feições. No que diz respeito às formas e características do relevo, essas, são decorrentes de um trabalho intenso da natureza ao longo do tempo geológico. Dependendo muito das condições climáticas, definida pela pluviosidade, temperatura e ventos, podem acelerar ou retardar essas transformações. A atuação das sociedades sobre os recursos naturais e principalmente o uso do solo para as mais variadas atividades, seja econômica, como a agricultura, pecuária, construção de estrada etc., ou na construção de moradias e cidades, de alguma forma altera essas feições do espaço geográfico. A erosão é um processo contínuo que ocorre em consequência da ação de agentes erosivos responsáveis pelo transporte de materiais sólidos, de maneira natural, a água é o principal agente erosivo.

Muitas dessas atividades provocam danos incalculáveis ao meio ambiente, como o desmatamento, voçorocas e assoreamentos dos corpos de água. A retirada da vegetação de uma área faz com que o solo fique muito mais vulnerável aos processos erosivos. E com a queda das gotículas de água proveniente das chuvas, e sem a proteção da vegetação, os solos são atingidos diretamente por essas gotículas acabam causando um movimento de partículas a imensas massas do solo, destacando-se os sulcos, as ravinas e as voçorocas, que por gravidade vão se depositar nos vales, assoreando igarapés e pequenos braços de rios (GUERRA, 2001).

Essa desagregação mecânica na maioria das vezes começa de forma lenta, passando despercebido pelo ser humano podendo provocar a mudança da feição topográfica do local, como, por exemplo, a diminuição da altura pelo desgaste dos topos, chegando a provocar queda de barrancos ou até mesmo formar imensas voçorocas.

No Brasil, a perda da camada superficial é a principal forma de degradação dos solos. Em razão da ampliação da fronteira agrícola e do uso intensivo do solo, pesquisadores estimulam que as perdas totais anuais de solo em áreas de lavoura

chegam na ordem de 750 milhões de toneladas e de 70 milhões de toneladas para as áreas de pastagens em todo o país (HERNANI et.al., 2002).

Dentre os agentes que atuam na formação do relevo está o intemperismo, que modifica a estrutura das rochas e dá origem aos diferentes tipos de solo. Segundo Teixeira et. al.(2009), o intemperismo:

É o conjunto de modificações de ordem física (desagregação) e química (decomposição) que as rochas sofrem ao aflorar na superfície da terra. Os produtos do intemperismo, rocha alterada e solo, estão sujeitos aos outros processos do ciclo supérgeno – erosão, transporte, sedimentação – os quais acabam levando à denudação continental, como conseqüente aplainamento do relevo (TEXEIRA et.al, 2009, p. 116).

Os processos erosivos se relacionam com solos de maior ou menor resistência a ação da água. Solos que tem uma alta erodibilidade são solos que tem um maior potencial de erosão. Podemos destacar a granulometria, estrutura e agregação dos horizontes superficiais, ou seja, a capacidade de infiltração e retenção de água, a quantidade de matéria orgânica e espessura dos solos como fatores que definem sua resistência à erosão. Os Solos arenosos apresentam macroporos que facilitam a infiltração da água diminuindo o escoamento superficial.

### **3.1 FATORES CONTROLADORES DA EROSÃO DOS SOLOS**

Os fatores controladores são aqueles que determinam as variações nas taxas de erosão, sendo: erosividade da chuva, erodibilidade (proporcionada pelas propriedades do solo), cobertura vegetal, características da encosta; e, a intervenção do homem que pode alterar, retardar ou acelerar esses fatores (GUERRA e CUNHA, 2012).

#### **Erosividade**

Segundo Guerra (1994) é a habilidade da chuva em causar erosão e é determinada pela energia cinética (energia resultante do movimento translacional de um corpo), logo, a energia cinética de uma chuva é significativa para a erosão, pois, envolve gasto de energia para a ruptura dos agregados e para o *splash* (salpicamento) de partículas. A maior ou menor erosividade depende, não apenas da intensidade da chuva, mas também, da quantidade total de chuva, precipitada em uma determinada área, considerando o tempo de cada evento chuvoso (GUERRA 2008).

A maior ou menor erosividade depende, não apenas da intensidade da chuva, mas também, da quantidade total de chuva, precipitada em uma determinada área, considerando o tempo de cada evento chuvoso (GUERRA e GUERRA, 2008).

### **Erodibilidade**

Guerra e Cunha (2008) assinalam que as propriedades do solo são importantes na determinação em maior ou menor susceptibilidade à erosão e é definida como sendo a resistência do solo em ser removido e transportado.

A função da estabilidade da estrutura do solo e sua capacidade de infiltração podem ser afetadas pelo manejo inadequado do solo como os cultivos excessivos por meio da aração, podendo fazer que o solo fique com os agregados estáveis e sua superfície desnuda, aumentando a força erosiva da enxurrada.

### **Cobertura vegetal**

A cobertura vegetal é uma defesa natural de um terreno contra a erosão, tem uma importância bastante significativa para que não ocorra a degradação do meio. Essa importância se dá devido ser: a) Proteção contra o impacto direto das gotas de chuva; b) Dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial; c) Aumento da infiltração pela produção de poros no solo por ação das raízes; d) Aumento da capacidade de retenção de água pela estruturação do solo por efeito da produção e incorporação de matéria orgânica.

### **Características das encostas**

Outro fator bastante significativo é as encostas que segundo Guerra e Cunha (2008) declividade, comprimento e forma da encosta são fatores que podem afetar a erodibilidade dos solos. Segundo o autor mencionado, uma vez que a declividade de uma encosta é o fator que influencia na combinação da erosão por ravinamento (*runoff*) e da erosão entre as ravinas (*rill*) e estes processos representam a perda total de solo.

Segundo Guerra (2008), quando um terreno é plano os deslocamentos das partículas que são efetuados sob a ação das gotas de chuva tendem a sofrer compensação, já, em um terreno inclinado essas partículas sofrem um movimento para jusante, quanto mais acentuado é o terreno maior é a declividade.

### **Intervenção antrópica**

A ação humana é um fator que altera a dinâmica natural de uma vertente, que através da retirada da cobertura vegetal perde a sua estabilidade, acelerando a dinâmica da superfície, causando desequilíbrio na relação entre água e solo.

Christofolletti (2008), analisa que são considerados os efeitos e as transformações provocadas pelas ações humanas nos aspectos do meio ambiente físico e que se refletem, por interação, nas condições ambientais que é a vida humana. Esses fatores são os grandes vilões que provocam a erosão do solo, os problemas da erosão dos solos estão relacionados a determinadas superfícies como alta, média e baixa encosta.

Com o impacto da água com o solo após um longo período chuvoso, aumenta o escoamento superficial, a saturação e a infiltração no solo, decorrente disso, surge um fluxo de sedimentos que podem originar os *sulcos*, *ravinas* e a continuidade desse processo pode ocasionar um constante aprofundamento do solo e conseqüentemente causar as *voçorocas* e segundo Guerra (2001), voçoroca pode ser compreendida como “escavação ou rasgão de solo ou rocha decomposta, ocasionado pela erosão do lençol do escoamento superficial”. Desta forma, independentemente do tipo do solo a erosão pode ocorrer, devido os agentes dos processos naturais estarem presentes em todos os lugares, podendo esse processo ser acelerado ou freado através da intervenção antrópica.

### **3.2- PROCESSOS DE FORMAÇÃO DE VOÇOROCAS**

A palavra voçoroca tem origem na língua tupi-guarani e significa “terra rasgada”. Esse tipo de erosão pode ser formado rapidamente em função da profundidade, da velocidade e do volume da água. Normalmente, se inicia quando ocorre um fluxo subsuperficial das encostas mais elevadas.

As voçorocas são o estágio mais avançado e complexo de erosão acelerada, correspondendo a passagem gradual do processo de ravinamento, até atingir o lençol freático. Diversos processos estão presentes nas voçorocas, podendo-se citar os relacionados com o escoamento pluvial, ou seja, a lavagem superficial e a formação de sulcos, erosão interno do solo, solapamento e escorregamento dos solos.

A água que infiltra no solo se movimenta através de vazios existente na superfície do solo e nas rochas, formando poros, fissuras e fraturas. Esse escoamento está associado a uma tensão de cisalhante hídrica. O desprendimento das partículas do solo pelo escoamento acontece quando essa tensão cisalhante excede a tensão de resistência do cisalhamento do solo.

Dentre os principais agentes que influenciam a ocorrência e o desenvolvimento de voçorocas, Molinari (2010), aponta que este tipo de erosão está ligado

principalmente a fatores como o escoamento superficial, o escoamento subsuperficial, condicionantes biogeofísicos, geomorfologia, geologia, clima, o tipo de solo e as atividades humanas.

A erosão por voçoroca é definida por dois diferentes critérios: a dimensão espacial (largura e profundidade) e a participação das águas do lençol freático. A formação das voçorocas está associada os locais onde se teve a retirada da camada vegetal, o escoamento de águas pluviais tem percolação linear, atingindo ao lençol freático e assim comprometendo a estabilidade do local afetado. A evolução das voçorocas são resultados de diversas consequências, e uma delas acontece nas encostas, onde ocorrem erosões, ocasionados por deslizamento, gerando um movimento de massa, mesmo após um período chuvoso.

As voçorocas são processos naturais de erosões do solo, que dependendo do ambiente e do tipo de solo ela começa com a formação dos *sulcos*, que de acordo com SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMÉRICA (1975), são pequenos canais de alguns centímetros de profundidade que são formados pela ação das águas pluviométricas. Transformando-se em seguida em *ravinas* que, segundo CANIL entre outros (1995, *apud* VIEIRA, 2008), apresenta uma incisão com profundidade superior a 0,5 m formada por escoamento superficial, forma retilínea, alongada e estreita, constituída por perfil transversal em forma de “V”.

Desse modo, as voçorocas podem chegar a vários metros de comprimento e de profundidade, que dependendo do clima e a intervenção antrópica local, essas voçorocas podem diminuir ou acelerar esse processo, como a retirada da vegetação do topo de um relevo só facilita o contato das águas da chuva com o solo, aumentando o fluxo de água superficial e subsuperficial que após a infiltração é percorrido em seu interior, causando uma grande movimentação de partículas do solo. O conceito adotado neste trabalho caracteriza voçoroca como incisão erosiva que apresenta queda em bloco das camadas do solo, parede vertical e fundo plano, formando secção transversal em U (VIEIRA, 1998) e profundidade superior a 1,5 m (figura 03).

**Figura 03:** Voçoroca na região do Zé Açú.



Fonte: Acervo pessoal /2019.

As voçorocas são resultantes de erosão superficial, erosão subsuperficial e movimentos de massa, este processo ocorre inicialmente no transporte de sedimentos ocasionado pelas enxurradas, levando o material de um lugar para outro. Bacelar (2006), diz que a erosão depende da intensidade de alguns fatores, como o potencial de erosão da água e a susceptibilidade a erosão do solo. As voçorocas podem ocorrer por processos superficiais, que dependem da intensidade das chuvas; e por processos subsuperficiais, pela chuva acumulada.

Dentre os fatores existentes para esse condicionamento, alguns são destacados por:

I - Fatores antrópicos como queimadas, desmatamento e manejo inadequado de plantações;

II - Fatores geológicos passivos e ativos;

III - Fatores pedológicos;

IV - Fatores climáticos ativos e passivos;

V - Fatores geomorfológicos.

Existem lugares que o surgimento das voçorocas tem uma maior possibilidade de acontecer, são locais onde a declividade é alta, a superfície do solo foi degradada, o escoamento da água por meio de enxurrada vai levando partículas do solo, deixando mais propensos ao voçorocamento.

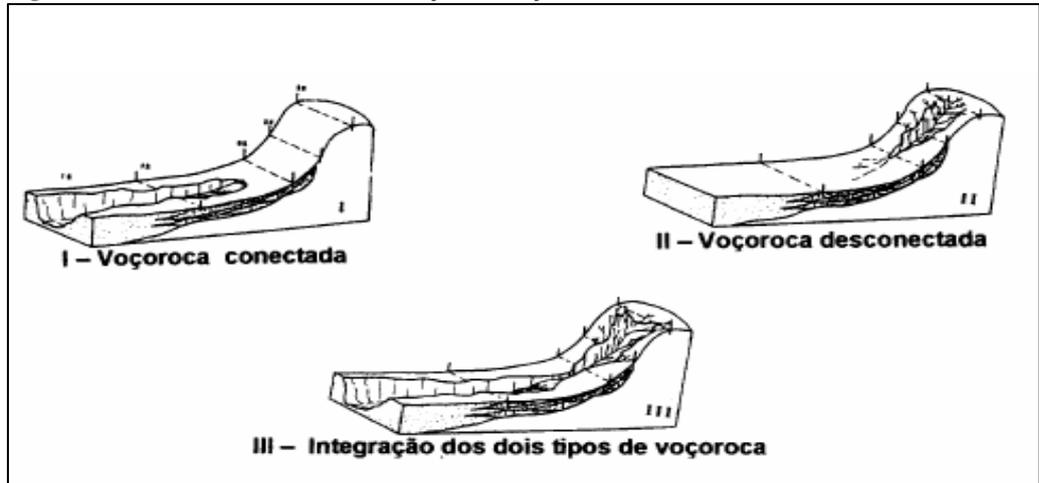
O processo que dá formação as voçorocas está diretamente ligado a paisagem de onde foi retirada a sua cobertura vegetal. Assim quando a água pluvial cai na superfície, parte dela percorre arrastando sedimentos do solo, e enquanto outra faz a infiltração que aos poucos vai atingindo o lençol freático comprometendo a estabilidade da área podendo gerar a formação de voçorocas. As modificações inseridas pelo homem junto à natureza, sem os devidos cuidados, possibilitam que o solo esteja mais propício aos processos erosivos podendo causar um voçorocamento (AB'SABER,1968).

As voçorocas podem ser classificadas de acordo com seu grau de desenvolvimento em ativa e inativa, e as suas atividades podem ser definida em grau de suavidade de suas bordas e pela presença de vegetação, sendo que as voçorocas que possuem encosta mais íngreme e pouca vegetação são ativas.

### **3.3- CLASSIFICAÇÕES DAS VOÇOROCAS**

Oliveira (1989) diz que as voçorocas podem ser agrupadas pelos seguintes tipos: conectadas, desconectadas e integradas (Figura 04). As voçorocas conectadas (I) se associam ao escoamento subterrâneo nas partes baixas da encosta, podendo ser consideradas canais de primeira ordem; as voçorocas desconectadas (II), encontrando-se na parte superior da encosta, estão ligadas ao escoamento superficial e/ou a movimentos de massa e não poderiam ser considerado canal de primeira ordem, por não estarem ligadas a nenhuma rede de drenagem; as voçorocas integradas (III), são na verdade a junção das duas formas anteriores (voçorocas conectadas e voçorocas desconectadas), formando uma só incisão erosiva. É de acordo com essas classificações e as imagens abaixo representadas, pode-se verificar o quanto é importante conhecer o relevo e principalmente se nessas encostas já houve a interferência humana.

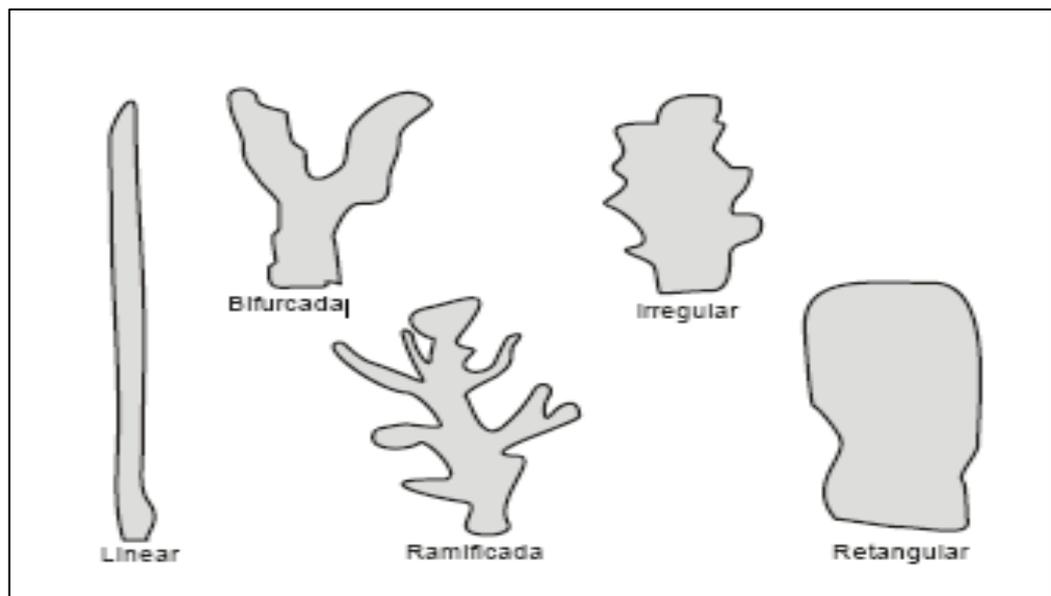
**Figura 04:** Modelo conceitual de evolução de voçorocas.



Fonte: Oliveira, 2005

Já em relação às formas, Vieira (2010), aponta que as voçorocas podem ser classificadas em linear, bifurcada, ramificada, irregular e retangular (figura 05), sendo que cada forma é resultante de processos específicos e das características do local de ocorrência, tais como geologia (litologia e estrutura), relevo (forma e declividade), solo, cobertura vegetal e o sistema de drenagem superficial ou subsuperficial.

**Figura 05:** Principais tipos de voçorocas



Fonte: Guerra (2008).

Viera (2010), diz que a forma linear está ligada à existência de uma zona principal de convergência de drenagem e já a bifurcada apresentaria duas zonas de fluxos superficiais concentrados. A voçoroca ramificada é caracterizada pela ocorrência de vários canais de drenagem, ocorrendo principalmente em solos do tipo latossolo, característico da área em estudo e a irregular estaria ligada a existência de um ou mais fluxos superficiais concentrados, sendo também uma transição entre as demais formas existentes. Por outro lado, a de forma retangular pode estar associada, em alguns casos, a forma final da expansão de uma das outras formas descritas acima.

Cada forma é resultante de processos específicos e de condições ambientais características do local de ocorrência, que vai desde a geologia ao sistema de drenagem.

Quanto a classificação das formas de voçorocas é um procedimento relevante, pois ganha destaque em função de compreender as relações entre as formas de cada uma, e o quanto de matérias são erodidos das feições e como podem se apresentar. Este tipo de análise se faz necessário tanto em estudos em áreas rurais como em áreas urbanas, em vista dos problemas que as voçorocas podem causar, tais como: alcançar casas em áreas de risco e assorear os corpos d'água assim como atingir estradas, ruas e vicinais.

As voçorocas também podem ser classificadas quanto ao tamanho, volume erodido em metros cúbicos ( $m^3$ ), conforme se verifica na Tabela I. É importante destacar, que a classificação nos ajuda a visualizar a magnitude de cada feição e o volume erodido, provocando assoreamento de canais próximos, servindo como subsídio para futuros projetos de contenção da erosão, uma vez que sabendo o quanto de material foi perdido é possível calcular possíveis reposições.

**Tabela I** - Classificação das voçorocas por tamanho ( $m^3$ ).

<b>Ord.</b>	<b>Volume erodido</b>	<b>Tamanho</b>
01	Até 999 $m^3$	Muito pequena
02	De 1.000 $m^3$ até 9.999 $m^3$	Pequena
03	Entre 10.000 e 19.999 $m^3$	Média
04	Entre 20.000 e 40.000 $m^3$	Grande
05	Mais de 40.000 $m^3$	Muito grande

Fonte: Vieira e Albuquerque (2004)

### **3.4. - IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DAS VOÇOROCAS**

A degradação é um termo usual na literatura científica atual que expressa uma conotação negativa, relacionada à modificação no ambiente. O agente causador da degradação tem como origem a atividade antrópica (homem).

A degradação ambiental resulta da ação do homem sobre o meio, sem respeitar os limites impostos pela natureza, sendo mais ampla que a degradação dos solos, pois, envolve não só a erosão dos solos, mas, o assoreamento e outros impactos prejudiciais ao ambiente e ao próprio homem (GUERRA, 2011).

Segundo Sanches (2014), a “degradação do solo” significa a ocorrência de alterações negativas das propriedades físicas do mesmo, tais como sua estrutura ou grau de compactidade, a perda de matéria devido à erosão e a alteração de características químicas devido a processos como a salinização, lixiviação, deposição ácida e introdução de poluentes. Em outras palavras, degradação ambiental refere-se a qualquer estado de alteração de um ambiente e a qualquer tipo de ambiente.

Diversos fatores são causadores da degradação do solo, que de forma direta ou indireta atuam sobre o meio, mas, as grandes maiorias das terras degradadas iniciam com o processo de desmatamento, que pode ser seguido por diversas formas de ocupação desordenada, como: rodovias e crescimento desordenado das cidades entre outros.

Os impactos ambientais ocasionados por voçorocas sempre serão desastrosos para o meio ambiente e na maioria das vezes é prejudicial ao homem, pois pode ocasionar danos as suas atividades, dentre os quais destaca Bacellar (2006): Eliminação de terras férteis; destruição de estradas e outras obras de engenharia; proporciona situação de risco ao homem; assoreamento de rios e reservatórios; recobrimento de solos férteis nas planícies de inundação; destruição de habitats; rebaixamento do lençol freático no entorno, com secagem de nascentes, deterioração de pastagens e culturas agrícolas e redução da produção de cisternas; dificuldade de acesso a determinadas áreas.

As voçorocas existentes no assentamento Vila Amazônia são oriundas da combinação de fatores antrópicos e de fatores naturais, que por ser uma área de maior declividade tornam-se mais susceptíveis a ocorrência de voçorocamento devido às características do relevo e a declividade das encostas, e a contribuição do processo de formação das estradas e os intempéries locais que facilitam o surgimento de processo erosivo como as voçorocas.

Baseado nas mais variadas definições dos autores, as voçorocas são resultantes de processos erosivos que causam grande perda de solo causando vários problemas ambientais, sociais e econômicos.

Os danos ambientais nos locais afetados por essas incisões são visíveis, pois a área atingida por esse processo torna-se inutilizada pelo fato de haver risco de desbarrancamento do solo e a perda do mesmo. Essas incisões vêm causando vários danos ao meio ambiente daquela região, como degradação da mata ciliar e conseqüentemente o assoreamento de nascentes provocadas pelo desprendimento do solo ocasionado pela voçoroca, causando transtornos nos moradores que retiravam água para os seus consumos; deterioração de estradas que ligam uma comunidade a outra.

#### **4. VILA AMAZÔNIA**

Atualmente conhecida como Vila Amazônia, a comunidade de Santa Maria até a chegada dos japoneses em 1930 era conhecida como Vila Batista. Estando localizada a margem direita do rio Amazonas a uma distância aproximada de 6 (seis) quilômetros da cidade de Parintins. Faz parte de um conjunto de 64 comunidades proveniente de um assentamento de reforma agrária. Esse pequeno vilarejo começou a ser beneficiado com o projeto que o emigrante japonês Tukasa Uetsuka que na época era Deputado Federal na cidade de Tóquio, trouxera com a implantação da colônia japonesa para a área de assentamento de Vila Amazônia, denominado Fundação do Instituto Amazônia.

De acordo com Oliveira (1983) apud Silva (2009).

Num local próximo a Parintins, em Vila Batista (Vila Amazônia), ele instalou, com os pesquisadores que trouxera o Instituto Amazônia, de pesquisa e estudo, que promove o conhecimento da hidrologia do rio Amazonas e experiências diversas de cultura tropical. Enquanto os membros e técnicos da expedição que trouxeram ali ficavam, Uetsuka voltou ao Japão e, em um colégio sob sua direção, dedicou-se a treinar jovens que deveriam vir para a Amazônia, o que acabou ocorrendo em 1931, quando chegaram a Vila Amazônia 47 estudantes que tinham sido preparados em seu colégio. E, em 1932, outros 60 jovens dirigiram-se para lá (OLIVEIRA, 1983).

A história da Vila Amazônia começa na década de 1920, quando uma delegação japonesa veio conhecer a região, como o Estado do Amazonas sofria com o declínio da economia da borracha e na perspectiva de aumentar e expandir as relações, de acordo com as políticas brasileiras de aceitação de imigrantes como mão-de-obra, o que vinha de encontro com as necessidades expansionistas japonesa, o governador Ephigênio

Salles concedeu um milhão de hectares de terra amazonense ao senhor Yamanishi, grande empresário japonês em acordo com embaixador desse país que se interessou na vinda de famílias japonesas para o Amazonas. Conforme o contrato assinado em 11 de março de 1927, a Vila Batista (antigo nome de Vila Amazônia) foi destinada a colonização japonesa, lugar este escolhido por ser um terreno aluvial propício a jiticultura, uma vez que, o mercado da indústria têxtil era promissor.

Segundo Souza (1994) apud Silva (2009) sustenta que:

A ocupação/colonização de Vila Amazônia pelos japoneses, está na reorganização de um espaço geográfico, ou seja, no trabalho de uma nova territorialidade dentro de nossas fronteiras, possivelmente era uma estratégia consciente de ação e controle sobre a área geográfica específica, que fez despertar nos nacionalistas o medo da criação de um núcleo expansionista do Japão (1994, p. 12)

Os benefícios que a colônia japonesa proporcionou para a comunidade de Vila Amazônia, fez com que houvesse uma expansão territorial proporcionando o desenvolvimento econômico local.

## **5 - PROCESSOS EROSIVOS NA GLEBA DE VILA AMAZONIA**

Os processos erosivos são muitos comuns de serem encontrados ao longo da estrada que liga a Vila Amazônia e as demais comunidades, podem ser encontradas as feições erosivas como os sulcos, as ravinas e as voçorocas com diferentes formas e tamanhos. Essas feições são facilmente encontradas devido aos condicionantes físicos e antrópicos dessa região. Tendo em vista que a área de estudo não é diferente das demais regiões da Amazônia possuindo um clima equatorial quente e úmido (MOLINARI, 2007).

A estrada de Vila Amazônia é a principal rota para o escoamento da produção agrícola das comunidades que estão inseridas dentro dessa agrovila, essa via é muito importante, por que é responsável pelo acesso dos moradores do campo, aos serviços básicos como educação, saúde e lazer disponíveis na cidade de Parintins, (é importante ressaltar que nas comunidades Polos já tem posto de saúde, e em relação ao lazer em todas as comunidades existe). Uma grande extensão da estrada é composta por estradas não pavimentadas, ou como são mais conhecidas, estradas de chão batido.

Devido não haver pavimentação, e alguns pontos possuir declividade mais acentuada e por estarem próximos de vertentes, pode-se observar ao longo da estrada, que tem alguns pontos que estão mais vulneráveis aos processos erosivos, o surgimento desse problema ambiental traz consequência, como perda do solo e conseqüentemente assoreamento de cursos d'água, grande parte desse processo ocorre devido a ausência de sistema de drenagem, que com a ajuda do intemperismo aceleram as incisões agravando ainda mais.

## **5.1- SULCOS**

A erosão em sulcos ocorre quando os esgotamentos da água sobre o solo se intensificaram seus desgastes a ponto de formar pequenas linhas ou cortes deixados pela água no terreno.

Também chamados de *rills* equivalem a pequenos canais de algumas polegadas de profundidade que se formam pela ação do escoamento superficial da água (SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1975, *apud* Vieira, 2008). Esses canais são formados quando as águas pluviais acumulam, ocorrendo a concentração nas depressões e depois adotam um caminho mínimo de resistência (FAO, 1967).

Essas incisões também apresentam a característica de serem destruídas por máquinas agrícolas mediante o elevado peso, ocasionando a compactação do solo.

Segundo Oliveira (2008), diz que os sulcos são feições formadas na superfície de encostas com vegetação degradada, ou no interior de voçorocas, tais feições indicam as rotas de organização de escoamento superficial concentrado. Para diferenciar essas incisões neste trabalho foi estabelecido um parâmetro de profundidade de 0,05m a 0,50m para os sulcos e de 0,50m a 1,5m para a ravina. (Figura6).

**Figura 06:** sulcos na estrada de vila amazônia



Fonte: Simone castro/2019

## 5.2- RAVINAS

Ocorrem quando a água do escoamento superficial escava o solo atingindo seus horizontes inferiores e seguidos às rochas. Apresentam profundidades maiores que 0,5 metros possuem formas retilíneas, alongadas e estreitas, raramente se ramificam e não chegam a atingir os níveis freáticos, apresentam perfil transversal em **V** e geralmente ocorrem entre eixos de drenagens, muitas vezes associadas a estradas, trilhas e entre outros. As ravinas são o aprofundamento dos sulcos desta forma, esse processo erosivo começa a surgir de pequenas falhas erosivas e dependendo do solo e da quantidade da água pluviométrica que podem surgir de uma forma lenta ou rápida.

Vieira (2008) caracteriza ravina por, ter profundidade superior a 0,5m formada por perfil transversal em “V”, forma retilínea, alongada e estreita, não apresenta processos de desmoronamentos no interior da incisão, como a queda em bloco. Para este trabalho foi estabelecida como parâmetro de 0,50m a 1,5m de profundidade para a caracterização.

Na erosão dos solos do tipo ravinas, dois fatores são os causadores para a aceleração destas: o desmatamento e o uso da terra às atividades ligadas à agricultura.

O processo de ravinamento ocorre por escoamento difuso, sob a forma de um lençol (*sheetflow*), podendo evoluir para uma ravina conforme associa Guerra (2014) e para chegar a esse estágio o fluxo de água passa a ser linear (*flowline*), evoluindo para microrravinas (*micro-rills*), e a partir do momento que estas se desenvolvem, organizam bifurcações através dos chamados ponto de ruptura ou (*knick-points*).

Esse processo erosivo se não for interceptado pelo ser humano poderá aumentar com maior frequência dependendo do solo e das frequências das chuvas que ocorrem no ambiente formando nova incisão.

### 5.3- VOÇOROCAS

As voçorocas existentes no Assentamento de Vila Amazônia são oriundas da combinação de fatores antrópicos com fatores naturais. Observou-se que as áreas erodidas se tornam mais susceptíveis devido às características do relevo, a forma e declividade da encosta, o processo de formação da estrada e as intempéries locais venham a facilitar o surgimento dos processos erosivos como a voçoroca.

As voçorocas são feições erosivas provocadas pela ação natural que pode ser desencadeada pela ação antrópica responsável por mudanças sobre os tipos de solos. Estas mesmas ocorrem nos ambientes rurais e urbanos e são responsáveis por consideráveis alterações na paisagem geográfica. Para Soil Science Society of America (1975) são:

As voçorocas como incisões que apresentam profundidades superiores a 30,48 cm, podendo atingir entre 22,86m a 30,48 m. Na classificação utilizada pelo IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológico), as voçorocas se caracterizam principalmente pela queda em bloco e pelo afloramento do lençol freático e/ou surgência de água, não estando neste último caso sua definição ligada a parâmetros dimensionais, como comprimento, largura e profundidade (SÃO PAULO, 1990). Canil *et al.* (1995) descrevem as voçorocas como canais profundos que apresentam paredes irregulares e perfil transversal em “U” resultantes da ação combinada de escoamento superficial e subterrâneo (VIEIRA, 2008).

Guerra (2011), no Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico define voçoroca como sendo escavação ou rasgão do solo ou de rocha decomposta, ocasionado pela erosão do lençol de escoamento superficial. Quando em grande número é relativamente paralela, dão aparecimento a verdadeiras áreas de degradação, ou seja, terras impróprias para agricultura, que foram sendo erodidas pela erosão pluvial.

Para Guerra (1994), as voçorocas são características erosivas relativamente permanentes nas encostas, possuindo paredes laterais íngremes, fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante os eventos chuvosos, algumas vezes se aprofundam tanto, que chegam a atingir o lençol freático. As voçorocas são formas altamente visíveis de erosão hídrica que podem restringir o uso da terra e, ainda ameaçar estradas. Nessas proporções também podem causar o assoreamento de cursos de água e hidrovias. Vieira (2008), apresenta que a identificação de voçoroca é

determinada pela presença de quedas em bloco das camadas do solo, paredes verticais e fundo plano, formando seção transversal em U e profundidade superior a 1,5.

Segundo Vieira (1998):

[...] Quanto às formas das voçorocas, estas podem ser classificadas em linear, bifurcada, ramificada, irregular e retangular [...] Cada forma é resultante de processos específicos e das condições ambientais do local de ocorrência, tais como: geologia, (litologia e estrutura), drenagem superficial ou subsuperficial (VIEIRA, 1998).

O surgimento de feições erosivas, e conseqüentemente, de voçorocas são dependentes das taxas de variação de erosão, as quais estão ligadas à ação de fatores controladores, como: processos hidrológicos, propriedades físicas dos solos, a erosividade, as características da encosta, a cobertura vegetal e a intervenção antrópicas (GUERRA, 1994).

Os processos existentes para a formação de voçorocas variam de diversos fatores que vão desde escoamento superficial, escoamento subsuperficial, por meio de poros ou túneis; erosão em cascata; queda em blocos; movimentos de massa diversos, erosão por salpicamento; erosão por percolação e erosão em dutos, entre outros (OLIVEIRA, 1999).

Em relação à influência antrópica, o desmatamento e terraplenagem criam uma série de condições que facilitam nas superfícies a deflagração de processos de voçorocamentos, que aliados a sistemas de drenagem pluviais ineficientes tornam mais rápido o surgimento dessas incisões, como vemos na (Figura 07).

**Figura 07:** Voçoroca do São Jorge do Jauri



Fonte: Eder Castro/2019

Quanto ao tipo de solo, o Latossolo, são mais vulneráveis, principalmente quando não tem vegetação, há ocorrência de formação de crostas, as quais dificultam a infiltração e favorecem o escoamento superficial, sendo este uma das principais causas do voçorocamento.

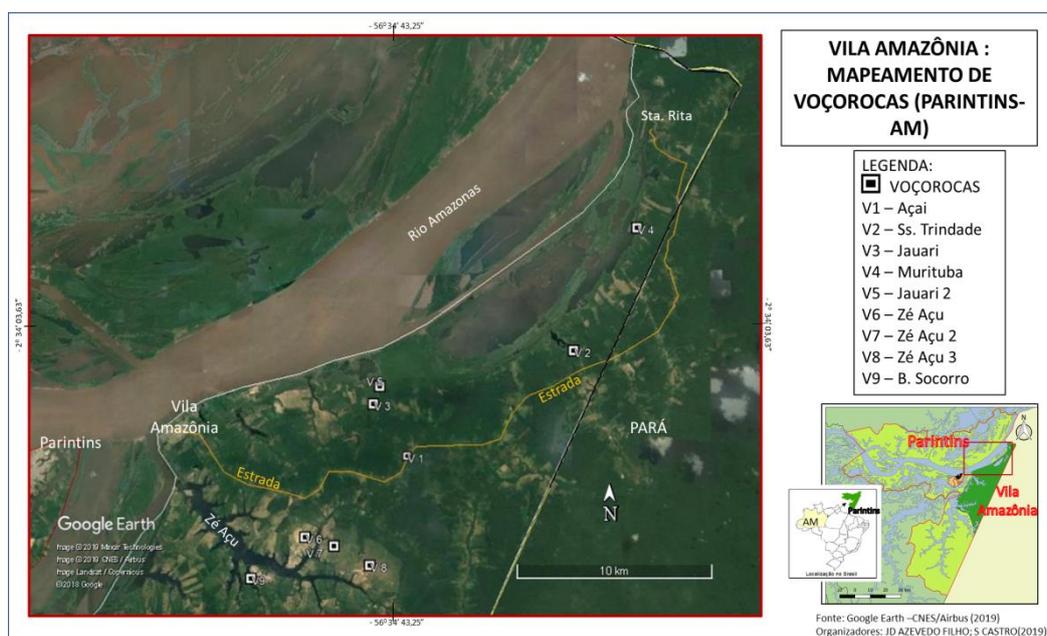
## **6. - UMA METODOLOGIA PARA OS ESTUDOS DOS PROCESSOS EROSIVOS NA AMAZÔNIA**

As voçorocas existentes na região do assentamento de Vila Amazônia são oriundas das combinações de fatores antrópicos e de fatores naturais. Observou-se que as áreas erodidas se tornam mais susceptíveis devido às características do relevo, a forma e declividades das encostas, o processo de formação de estrada e os intempéries locais, desmatamento, venham a facilitar o surgimento dos processos erosivos como a voçoroca. Os danos ambientais nos locais das incisões são visíveis, pois a área voçorocada, e também nas proximidades da mesma, torna-se inutilizada pelo fato de haver o risco de desbarrancamento do solo e conseqüente perda do mesmo. Também observou-se que, há o assoreamento dos córregos e igarapés, provocado pelo material desprendido da voçoroca, causando sérios problemas a vegetação desses locais.

Como resultados da pesquisa foram mapeados no assentamento de vila Amazônia 9 (nove) voçorocas, sendo as mais relevantes daquela região, figura 08 pôde-

se compreender que os principais agentes condicionantes para o surgimento das voçorocas na área de estudo são: o alto índice de precipitação do município e o seu escoamento superficial e subsuperficial; o tipo de solo que possui em sua base um horizonte com grande concentração de material arenoso; a forma do relevo, pois a maioria das encostas apresenta configuração de declividades mais elevadas, propícia a erosão; e como um dos principais agentes, o uso do solo para práticas de pecuárias extensivas e aberturas de estradas e vicinais, sendo o desmatamento de áreas de mata ciliar e de encostas os iniciadores dos processos erosivos.

**Figura 08:** Vila Amazônia: Mapeamento de voçorocas (Parintins-AM)



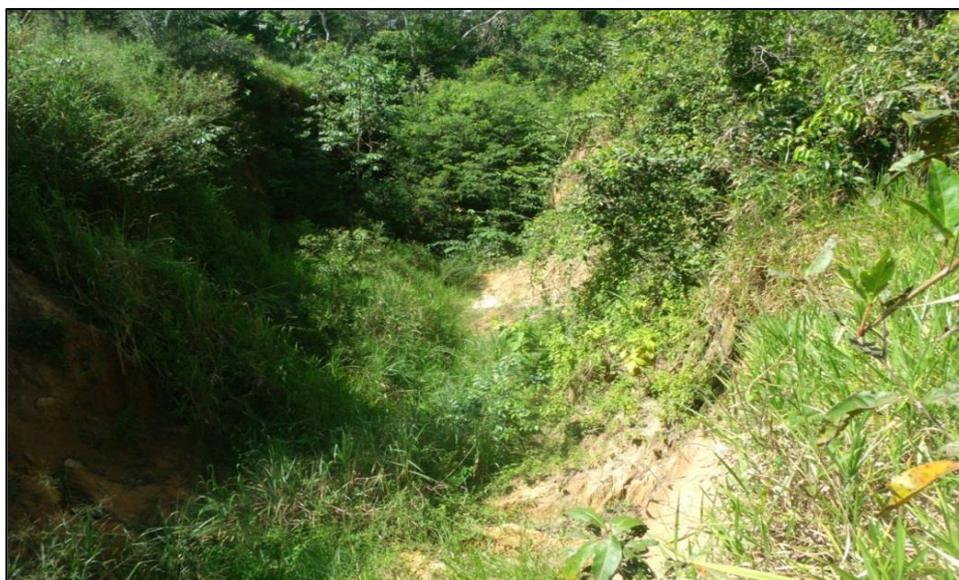
Fonte: Google Earth –CNES/Airbus (2019)  
 Organizadores: JD AZEVEDO FILHO; S CASTRO (2019)

Ao longo da estrada de Vila Amazônia são três voçorocas, mais relevante e que vão ganhar mais ênfase na pesquisa, sendo a primeira na comunidade Nossa Senhora de Fátima do Açaí (V1) fica localizada em um terreno domiciliar a 50m da estrada, tem 5m de profundidade e 14m de abertura e 20m de comprimento, tem aproximadamente 18 anos. De acordo com a classificação de Oliveira (1989) é uma voçoroca integrada. Pois ela abrange a parte mais alta do terreno e termina no igarapé.

Oliveira (1989), diz que quando há a integração entre voçorocas conectadas e desconectadas tem-se a voçoroca integrada, considerada como estágio final na evolução dessas incisões. O surgimento desse tipo de voçoroca implica necessariamente a presença dos dois tipos anteriores: uma captura a outra, integrando-se numa nova.

E de acordo com a classificação de Vieira (2008) ela se encaixa em voçoroca retangular. A retangular pode ser em alguns casos, a forma final da expansão de uma das outras formas (VIEIRA, 2008).

**Figura 09:** Voçoroca na comunidade do Açaí na estrada de Vila Amazônia (V1)



Fonte: Acervo pessoal, 2019.

Segundo os moradores da comunidade, o problema começou em decorrência da abertura da estrada, e também por não haver um sistema drenagem no campo de futebol, que foi construído por meio de terraplanagem, fazendo com que haja acúmulo de água e conseqüentemente ocorra o escoamento superficial quando chove. Até o momento da visita no local da incisão a voçoroca encontrava-se inativa, pois, observou-se a presença de vegetação não apenas de pequenas gramíneas mais também de árvores de porte médio, e para conter esse processo erosivo os moradores da comunidade se mobilizaram e plantaram gramas para diminuir a velocidade da água da chuva, outro ponto observado foi que a mesma está sendo utilizada com depósito de lixo para a comunidade, que pode se tornar um agravante ainda mais sério. Mas, se houver desmatamento próximo à área esse processo pode retornar a erodir, no período chuvoso.

Entretanto essa voçoroca causou danos ambientais e também sociais ao local, pois em decorrência da mesma houve o assoreamento do igarapé próximo a voçoroca.

**Figura 10:** Igarapé assoreado na comunidade do Açaí



Fonte: acervo pessoal, 2019

A segunda voçoroca (V2), na área de estudo, está localizada na comunidade de Santíssima Trindade do laguinho ao lado direito da estrada, tem 40m de abertura, 35m de profundidade e 80m de comprimento. De acordo com a classificação de Oliveira (1989) é uma voçoroca integrada, pois ela abrange a parte mais alta do terreno que é bastante declive e termina no Lago Grande localizada no fim da incisão. Segundo a classificação de Oliveira (1989), ela se encaixa em uma voçoroca retangular, ou seja, a voçoroca retangular pode em alguns casos ser a forma final da expansão de outro processo erosivo.

Segundo alguns moradores, o problema surgiu na localidade em decorrência da abertura da estrada, que dar acesso a outras comunidades, com o intuito de melhorar a mobilidade e acessibilidades dos comunitários. No momento da visita no local da incisão observou-se que a voçoroca encontra-se em processo de estagnação, pois já há presença de vegetação em seu entorno que se torna necessário, pois retém a força da água da chuva, mas a mesma ainda não está inativa, pode ser que no período chuvoso essa incisão possa voltar com maior velocidade. (Figura 11).

Figura 11: Voçoroca na comunidade de Santíssima Trindade do Laguinho



Fonte: Acervo pessoal, 2019

Entretanto, essa voçoroca causou danos ambientais e sociais ao local, pois em decorrência da mesma, as pessoas que precisavam transitar próximo ao local ficam com medo de se locomoverem na estrada que passa perto da mesma, com o surgimento da mesma foi observado que em consequência desses processos o poço artesiano que abastecia a comunidade desmoronou além do local ficar muito próxima ao lago que os moradores retiravam água para o consumo e os seus alimentos por meio da pesca.

A deposição dos sedimentos erodidos da voçoroca no Lago Grande causou transtornos aos comunitários que dali faziam uso da água para seus afazeres domésticos e para retirada de seus alimentos por meio da pesca, deixando os peixes cada vez mais escassos. Porém com a deposição dos sedimentos, além das modificações da margem do lago, a água tornou-se de pior qualidade.

A terceira voçoroca (V3) localizada na área de estudo, está localizada na comunidade do São Jorge do Jauari ao lado esquerdo da estrada, em uma distância de apenas 1 metro da mesma. É uma voçoroca retangular, medindo 52m de largura, 100m de comprimento e 35m de profundidade, sendo uma voçoroca integrada. Observou-se que nas bordas dessa voçoroca há presença de várias rachaduras no solo, que provavelmente serão desbarrancadas. Devido à mesma está muito próxima a estrada, acaba prejudicando uma das principais vias de acesso às comunidades localizadas ao longo da estrada e que têm que se deslocar à cidade para escoar sua produção, geralmente em veículos de grande porte como ônibus e caminhões. (Figura 12)

Figura 12: Voçoroca do São Jorge



Fonte: Acervo pessoal, 2019.

Observou-se que essa voçoroca encontra-se em um terreno elevado e término da declividade da estrada, e em decorrência disso grande parte da água da chuva escoar para esse local, durante esse processo grande parte da água escorre para dentro da incisão e parte infiltra no solo fazendo com que ocorram rachaduras no solo e consequentemente o desbarrancamento, trazendo transtornos para os moradores que moram próximos.

De acordo com os relatos dos moradores da comunidade, nesse local somente existia caminho de água (sulcos), esta incisão se intensificou após a abertura da estrada, que foi feito um rasgão para escoar a água, nesse local onde se encontra a voçoroca residia uma família que se mudou, devido haver risco de desbarrancamento.

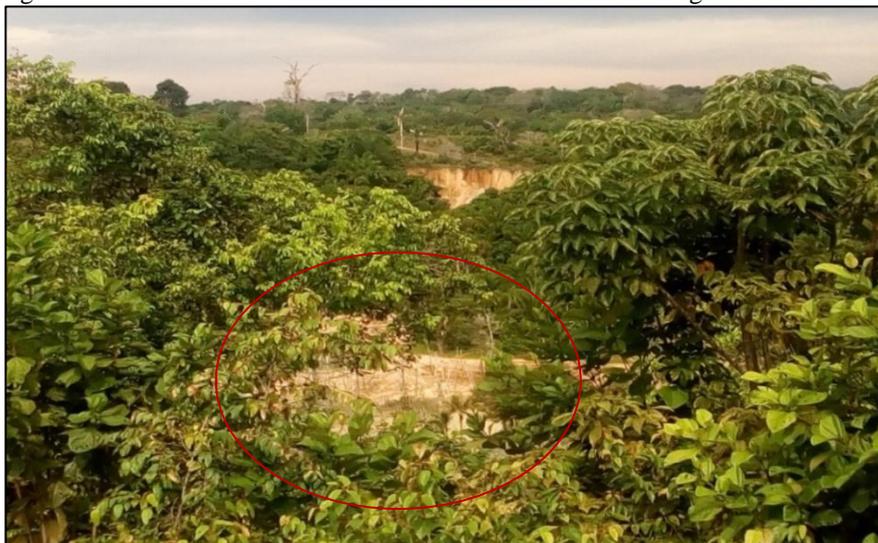
Devido à incisão estar em uma grande encosta o volume de massa erodida foi depositado na parte mais baixa causando o assoreamento do igarapé localizado no fundo do vale, matando a vegetação do local formando os paliteiros e comprometendo financeiramente o valor do terreno.

De acordo com relatos dos moradores da proximidade, quando está no período chuvoso e as chuvas são mais intensas há relatos que houve um desbarrancamento que pôde ser ouvido a grande distância, e causou um grande transtorno para a família que residia próxima, fazendo com que fosse mudada para uma área não tão distante dali, aproximadamente 100 metros da incisão, (este fato ocorreu em 2013), correndo ainda risco por estar próximo.

A família resistiu para não mudar dali, por ser uma área do terreno que tinha uma facilidade maior, no que diz respeito por estar mais próximo de captar água para o

consumo e por ser uma área elevada era o único local que tem o sinal de celular, por estes e outros motivos a família migrou para outro terreno próximo dali.

Figura 13: Assoreamento da nascente da comunidade do São Jorge



Fonte: Assunção, 2019.

O assoreamento desse igarapé causou transtornos aos comunitários, pois era onde os mesmos faziam uso da água para tomar banho, lavar roupas, louças entre outros afazeres domésticos e até mesmo muitas das vezes retiravam desse local seus alimentos por meio da pesca, porém com o assoreamento além da água tornar-se escassa também ficou comprometida, fazendo com que os comunitários caminhem a locais mais distantes em busca da água.

A voçoroca (V4), está localizada na comunidade do Murituba, próxima a um igarapé, é uma voçoroca integrada, conforme a classificação utilizada nas voçorocas anteriores.

A voçoroca (V5), está situada na região da comunidade do Jauari, apesar de não está bastante erodida vem causando danos ao meio ambiente é uma voçoroca desconecta, pois segundo Oliveira (2006), não encontra-se próxima a uma nascente.

Outras voçorocas podem ser encontradas na região do Zé Açú, sendo a V6, V7, V8 encontra-se na Cabeceira do Jará, a montante da comunidade do Nossa Senhora das Graças e Paraíso, é importante ressaltar que essa área possui um complexo de voçorocas, onde segundo Marques (2013), apresenta-se um total de nove voçorocas, sendo seis (6) dessas integradas a rede de drenagem do Lago do Zé Açú, duas conectadas, e uma desconectada a este. Marques (2013) mostra a importância da classificação que possibilita uma reflexão a respeito da evolução dessas erosões, que por meio da classificação pode ser identificado os tipos de cada uma, sendo possível

compreender seis das voçorocas identificadas no local apresentam-se no último estágio de evolução, sendo estas classificadas como integradas, ou seja, já atingiram, ou se formaram próximo a rede de drenagem fluvial, depositando sedimentos tanto da parte alta, como da parte baixa da encosta, podendo causar sérios danos a partir dos materiais transportados causando do assoreamento, e V9 encontra-se na comunidade do Bom Socorro é uma voçoroca integrada à rede de drenagem fluvial.

Vieira (2008) revela que o estágio avançado de degradação do solo que consequentemente vão afetar o lago, nesse viés foi possível identificar que há uma predominância de formas de voçorocas bastante complexas na área, como ramificadas, irregulares e retangulares que pelo fato de estarem ligadas a rede de drenagem fluvial, apresenta maiores descargas de sedimentos que causarão o assoreamento do Lago do Zé Açú.

Figura 14: Voçorocas no Zé Açú



Fonte: Acervo pessoal, 2019.

Um dos primeiros impactos gerados a partir da degradação do solo pela erosão na cabeceira onde se instalou as voçorocas foi grande perda de massa do solo que se deslocou para o lago o que levando o desaparecimento de nascentes, eliminando os peixes que existiam na localidade.

Segundo os moradores os grandes responsáveis para o aceleramento das feições foram os pecuaristas que se estabeleceram no local, desmatando para pasto e consequentemente veio à erosão. (figura 15).

**Figura 15:** Assoreamento de nascente – Zé Açú



Fonte: Acervo pessoal, 2019.

O quadro abaixo destaca os tamanhos dimensionais das voçorocas através das suas larguras (m), comprimento (m), profundidade (m), área (m<sup>2</sup>) e volume erodido (m<sup>3</sup>). É importante ressaltar que esse quadro é somente das voçorocas encontrada ao longo da estrada de Vila Amazônia.

**Tabela II** – Características das Voçorocas V1, V2, V3– Vila Amazônia – Parintins –AM.

<b>TAMANHO DAS VOÇOROCAS</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>
Largura (m)	14m	40m	52m
Comprimento (m)	20m	60m	100m
Profundidade (m)	5m	20m	35m
Área (m <sup>2</sup> )	280m <sup>2</sup>	2.400m <sup>2</sup>	5.200m <sup>2</sup>
Volume Médio Erodido (m <sup>3</sup> ) aprox..	1400m <sup>3</sup>	48.000m <sup>3</sup>	182.000m <sup>3</sup>
Tamanho	Muito Pequena	Muito grande	Muito grande

Organização: Simone Castro. Vieira, 2008.

Entre os principais danos socioambientais causados pela erosão destacam-se, o abandono da terra por parte dos moradores e o assoreamento de nascentes. É importante ressaltar que ainda existem outras voçorocas na área de estudos que não foram mapeadas, devido curto período da pesquisa por ser em pequena escala.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A degradação do solo é um dos maiores problemas ambientais da atualidade, e acontece em todas as regiões do planeta. Os processos erosivos têm se mostrado, então, ao longo do tempo e em diferentes localidades, como eficazes modificadores da paisagem e, dessa forma, tem sido objeto de estudo de diversas áreas do conhecimento, como a geografia.

Poucas são as pesquisas científicas desenvolvidas para a identificação e caracterização de áreas, uma vez que o território brasileiro tem sofrido muito com o processo de erosão de várias proporções, seja ela de vários tamanhos, profundidade, dimensões, magnitudes entre outras. As características do solo podem favorecer o surgimento e desenvolvimento das voçorocas, assim terrenos com características mais acidentadas, ou que aconteceram algum tipo de atividade antrópica e até mesmo o clima da região podem interferir no surgimento e na evolução das voçorocas.

Daí a necessidade de estudos mais complexo na região Amazônica em relação ao uso adequado do solo, para que não ocorram os processos erosivos de maiores magnitude como as voçorocas.

A intervenção antrópica, acarreta modificações na forma de atuação de tais agentes, uma vez que altera as condições originais do meio físico, tendendo a acelerar ou mesmo desencadear os processos.

Na área de estudos por ser uma região de latossolo, é mais vulneráveis a ocorrem dessas incisões, mas a intervenção antrópica foi o principal fator que acelerou o processo, como abertura da estrada de Vila Amazônia para dá acessa as demais comunidades, sua abertura causou muitos danos ao meio ambiente, e devido não ser pavimentada, com a retirada da vegetação, os processos erosivos passaram atuar de forma mais intensa. Outro fator observado é o desmatamento para dá lugar a pastagem para criação de gado, principalmente na região do Zé Açú.

Os problemas causados pelo processo de voçorocamento na região do Assentamento de Vila Amazônia ocasionaram grandes prejuízos tanto no âmbito natural quanto no social das comunidades do seu entorno.

Dessa forma, o presente trabalho constitui-se como uma contribuição para que futuros pesquisadores direcionem suas pesquisas, bem como para que gestores possam

tomar decisões e adotar políticas mais eficazes no combate ao fenômeno, a partir do conhecimento básico dos diversos fatores a serem considerados.

Dessa Forma é importante propor algumas medidas mitigadoras que podem, de acordo com as características ambientais da localidade, ser instrumentos de possíveis planejamentos futuros que visem o controle à erosão, tais como reflorestamento de espécies nativas com crescimento rápidas, principalmente leguminosas e gramíneas, tanto em áreas de mata ciliar, quanto na parte de cima e no interior das voçorocas, com intuito de diminuir a ação dos escoamentos da água da chuva.

A implantação de contenções na foz das voçorocas com a finalidade de amenizar as descargas de massa de solo para dentro do canal fluvial. Essas técnicas de paliçadas podem ser utilizadas principalmente como cortinas de estacas que servem de barreira defensiva, pode ser viabilizada pelo seu baixo custo, pois pode ser construído com materiais como bambu, que amenizam a força da enxurrada, diminuindo a erosão e retendo os sedimentos dentro da voçoroca.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. **As boçorocas de Franca.** Revista da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca, 1(2): 5-27, Franca.
- ALBUQUERQUE, A. R. C. Erosão no Contexto das Bacias Hidrográficas (org.) In: ALBUQUERQUE, A. R. C. (org.) **Contribuições Teórico-metodológicas da Geografia Física.** Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, **Curso de geologia Aplicada ao Meio Ambiente, 1995.**
- BACELLAR, L A.P. **Processos de formação de voçorocas e medidas preventivas e corretivas.** Viçosa, 2006.
- BIGARELLA, J. J., BECKER, R. D., SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**, v. III. 2ª edição. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007.
- CANIL, K.; IWASA, O.Y.; SILVA, W.S. e ALMEIDA, L.E.G. (1995). Mapa de feições erosivas lineares do Estado de São Paulo: uma análise qualitativa e quantitativa. **In: 5º Simpósio Nacional de Controle de Erosão.** (Anais). Bauru: ABGE/PMB/UNESP. p. 249-251
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia.** São Paulo, Edgar Blucher, 2º edição, 1980.
- 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.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GUERRA, A. J. T. et al. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro- RJ: Ed. Bertrand Brasil, 2001.
- GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Batista da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.**-4º Ed.-Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2012.
- GUERRA, A. T. e GUERRA, A. J. T. (1997). Novo dicionário Geológico Geomorfológico. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.
- GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** Rio de Janeiro. Editora Bertrand Brasil, 2008.
- \_\_\_\_\_. (org.) **Encostas urbanas.** In: GUERRA, A. J. T. Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

HERNANI, L. C.; PRUSKI, F.; DE-MARIA, I. C.; CASTRO FILHO C.; FREITAS, P. L. de; LANDERS, J. A. **erosão e seu impacto** In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. (Ed.). Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p. 47-60.

MARQUES, Rildo Oliveira. **A degradação do solo por meio da erosão: principais agentes condicionantes e impactos socioambientais causados por voçorocas no Lago do Zé Açu, Parintins-am.** Parintins: Universidade do Estado do Estado Amazonas, 2013.

Ministério do Meio Ambiente, **Vulnerabilidade Ambiental Desastres Naturais ou Fenômenos Induzidos.** Organização Rosely Ferreira dos Santos, 2016

MOLINARI, Deivison Carvalho. **Dinâmica erosiva em cicatrizes de movimento de massa Presidente Figueiredo (Amazonas).** (Dissertação de mestrado em Geografia): Programa de Pós-Graduação em Geografia. UFSC, 2007.

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 (orgs.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

OLIVEIRA, M. A. T. de. Apud REBELLO. Contribuições teórico-metodológicas da Geografia Física, 1989.

SILVA, Charlene Maria Muniz da. **Mocambo, Caburi e Vila Amazônia no município de Parintins: múltiplas dimensões do rural e do urbano na Amazônia/** Dissertação (Mestrado em Geografia) —Universidade Federal do Amazonas, 2009.

SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. Glossary of sciece terms. Madison: Winsconsin- USA, 1975.

TEXEIRA et.al. **Decifrando a Terra.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

VIEIRA, Antônio Fábio Guimarães. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM):** principais fatores controladores e impactos urbano-ambientais. (Tese de doutorado em Geografia): Programa de Pós-Graduação em Geografia. UFSC, 2008.

VIEIRA, A.F.G.; ALBUQUERQUE, A. R. da C. **Cadastramento de voçorocas e análise de risco erosivo em estradas: BR-174** (Trecho Manaus– Presidente Figueiredo). In: V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia. (Anais). Santa Maria: UGB/UFMS, 2004.