



**FAPAC – FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA.
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

IGOR PEREIRA DE SÁ

**MAPEAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS NAS MARGENS DO RIBEIRÃO
SÃO JOÃO EM PORTO NACIONAL - TO**

PORTO NACIONAL - TO

2018

IGOR PEREIRA DE SÁ

**MAPEAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS NAS MARGENS DO RIBEIRÃO
SÃO JOÃO EM PORTO NACIONAL - TO**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Diogo Pedreira Lima

PORTO NACIONAL - TO

2018

IGOR PEREIRA DE SÁ

**MAPEAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS NAS MARGENS DO RIBEIRÃO
SÃO JOÃO EM PORTO NACIONAL - TO**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos LTDA, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Apresentada e defendido em ____/____/____ () APROVADO () REPROVADO

Banca Examinadora constituída pelos professores:

Orientador: Professor Me. Diogo Pedreira Lima

Examinador(a) 1: Dr. Talita Caroline Miranda

Examinador(a) 2: Eduardo Benvindo da Cunha

PORTO NACIONAL - TO

2018

De modo especial, a Deus e minha família que sempre estiveram comigo em todos os momentos, aos meus amigos e professores que me apoiaram e caminharam ao meu lado nesta fase tão importante da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por abençoar a minha vida e a vida dos meus familiares nos dando sempre muita saúde, paz, alegria e também me dando forças para seguir essa jornada.

Aos meus pais, Josué Moreira e Inês Pereira que sempre sonharam com meu futuro promissor e me motivaram a iniciar o ensino superior, sempre me dando forças e me aconselhando a continuar em frente e nunca desistir. Agradeço aos meus irmãos Josinês e Fabrício que sempre se fizeram presentes dando apoio quando precisei, não poderia esquecer da minha sobrinha Ana Clara que me ajudou nos momentos de estresse, sempre sorridente me divertindo e alegrando com suas brincadeiras.

Meus agradecimentos ao meu professor e orientador Me. Diogo Pedreira pela sua dedicação e compreensão, nunca medindo esforços para me instruir. Agradeço também a todos os professores que fizeram parte da minha caminhada ao longo da graduação, que fizeram o possível e o impossível para nos passar um conhecimento de alta qualidade.

Por fim, e não menos importante quero agradecer aos meus amigos e colegas que fizeram parte da minha vida em algum momento, tornando essa caminhada mais leve e prazerosa.

Obrigado a todos, sem vocês não seria possível à realização desse sonho.

RESUMO

O estudo tem como objetivo o mapeamento das erosões que estão ocorrendo nas margens do Ribeirão São João em Porto Nacional – TO, esses processos erosivos são provenientes do desprendimento e carreamento das partículas de solo, que podem ser depositadas no curso d'água do ribeirão, causando o aumento da carga de leito. Pretende-se caracterizar o solo onde estão ocorrendo as maiores erosões e o monitoramento do seu avanço por meio do método dos pinos de erosão que serão instalados nas margens dessas erosões, também será realizada a medição das suas dimensões com auxílio de uma estação total e trena. Espera-se fazer o levantamento das erosões que ocorrem nas margens do Ribeirão São João, obter os dados dos solos dessa região onde ocorrem as erosões, realizar o monitoramento que possibilite a criação de gráficos que permitem fazer a comparação entre as precipitações e o avanço das erosões, e verificar as possíveis soluções para o problema.

Palavras-chave: Erosão. Pinos de erosão. Ribeirão São João.

ABSTRACT

The objective of the study is to map the erosions that are occurring on the banks of Ribeirão São João in Porto Nacional - TO, these erosive processes are the result of the detachment and transport of soil particles, which can be deposited in the watercourse of the river, causing the bed load to increase. It is intended to characterize the soil where the greatest erosions are occurring and the monitoring of its progress through the method of the erosion pins that will be installed in the edges of these erosions, will also be carried out the measurement of its dimensions with the aid of a total station and line . It is hoped to survey the erosion occurring on the banks of the São João River, to obtain soil data from this region where erosion occurs, to carry out the monitoring that allows the creation of graphs that allow the comparison between precipitations and the erosions, and verify possible solutions to the problem.

Key words: Erosion. Erosion pins. Ribeirão São João.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Regiões Hidrográficas do Brasil.....	19
Figura 2 - Mapa de localização da área estudada.....	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Informações sobre as Bacias Hidrográficas do Brasil.....	20
Quadro 2- Principais classes de solo e sua suscetibilidade à erosão.....	29
Quadro 3 - Cronograma do projeto de pesquisa.....	33

LISTA DE SIGLAS

IAC – INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS

ANA – Agência Nacional De Águas

MW – Megawatt

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

LL – Limite de Liquidez

LP – Limite de Plasticidade

GPS – Global Positioning System

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 SOLO	14
3.1.1 Horizontes dos solos	15
3.1.2 Principais classes de solos	15
3.1.2.1 Argissolos	15
3.1.2.2 Nitossolos	16
3.1.2.3 Luvissolos	16
3.1.2.4 Planossolos	17
3.1.2.5 Cambissolos	17
3.1.2.6 Plintossolos	17
3.1.2.7 Gleissolos	17
3.1.2.8 Vertissolo	18
3.1.2.9 Neossolos	18
3.1.2.10 Latossolos	18
3.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS	19
3.2.1 Bacia do Ribeirao São João	20
3.3 EROÇÃO	21
3.3.1 Agentes erosivos ativos	22
3.3.1.1 Água	22
3.3.1.2 Ventos	22
3.3.1.3 Temperatura	22
3.3.1.4 Ações antrópicas	23
3.3.2 Agentes erosivos passivos	23
3.3.2.1 Topografia	23
3.3.2.2 Gravidade	23
3.3.2.3 Tipos de solo	24
3.3.2.4 Cobertura vegetal	25
3.3.3 Formas de erosão hídrica	25
3.3.3.1 Erosão em córregos	25
3.3.3.2 Erosão interna ou piping	26
3.3.3.3 Erosão superficial	26
3.3.4 Estágios das erosões	27
3.3.4.1 Lixiviação ou erosão laminar	27
3.3.4.2 Sulcos	27
3.3.4.3 Ravinas	27
3.3.4.4 Voçorocas	27
3.3.5 Erosividade	28
3.3.6 Erodibilidade	28
4 METODOLOGIA	29
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	29
4.2 MÉTODOS DE ESTUDOS QUE SERÃO UTILIZADOS NO TRABALHO	30
4.2.1 Caracterização do solo	30
4.2.1.1 Análise granulométrica	30

4.2.1.2 Massa específica do solo.....	31
4.2.1.3 Limite de consistência	31
4.2.1.4 Teste de infiltração	31
4.2.2. Identificação dimensões e registros.....	32
4.2.3 Pinos de erosão.....	32
5 CRONOGRAMA	33
6 RESULTADOS ESPERADOS	34
BIBLIOGRAFIA	35

1 INTRODUÇÃO

Silva et al. (2007) definem que, o solo é constituído de partículas orgânicas e minerais com diferentes dimensões, formada a partir de processos físicos, químicos e biológicos, os agentes mais comuns para a formação do solo é o clima, a topografia do local e a comunidade biótica.

A erosão dos solos é compreendida como um processo de desprendimento, carreamento e deposição das partículas de solo. A erosão nas margens dos rios pode promover a degradação do curso d'água, devido o grande acúmulo de sedimentos que são carreados pelas enxurradas para o leito do rio. Entre os principais impactos ambientais ocasionados por este problema podemos citar a redução da vazão, alteração no curso dos rios e em casos muito graves pode causar a extinção do curso d'água (ALVES, 2007).

Este projeto de pesquisa irá se delimitar em colher informações importantes sobre os processos erosivos que estão ocorrendo nas margens do Ribeirão São João em Porto Nacional - TO. O trabalho tem como objetivo fazer o mapeamento das erosões ao longo do rio, identificando e monitorando o desenvolvimento das maiores erosões. Através do aparelho GPS será feita a identificação das erosões e realização de mapa temático detalhando a localização geográfica, para o monitoramento das erosões será utilizado o método dos pinos. Também será realizado o levantamento do tamanho dessas erosões e ensaios de caracterização do solo para análise do solo da região afetada.

O intuito deste estudo é obter o levantamento das erosões que ocorrem nas margens do Ribeirão São João, e dados dos solos dessa região onde ocorrem as erosões, fazer o monitoramento que possibilite a criação de gráficos que permitem fazer a comparação entre as precipitações e o avanço das erosões, descobrir as dimensões dessas erosões para que possa ser comparados em trabalhos futuros.

Este estudo será realizado com o intuito de abranger os conhecimentos a respeito dos processos erosivos que estão ocorrendo nas margens do Ribeirão São João e aumentando a quantidade de sedimentos no seu leito. O estudo é de fundamental importância para trabalhos posteriores e monitoramento do avanço das erosões da bacia que abastece o município e mostrar as possíveis soluções.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar o mapeamento das erosões as margens do Ribeirão São João visando caracteriza-las.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO

- ✓ Identificar as erosões ao longo das margens do ribeirão São João.
- ✓ Realizar o levantamento topográfico visando calcular as dimensões das erosões.
- ✓ Monitorar as erosões que possuem maiores dimensões com pinos de erosão.
- ✓ Averiguar quais são as possíveis soluções para o problema.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 SOLO

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2014), solo é o recurso essencial onde suporta a vegetação de terra, a qual os seres vivos necessitam para sobreviver, incluem não somente as culturas, mas também árvores, raízes, gramas tudo que o homem pode usar para o seu consumo e sobrevivência. Quanto maior for a variedade de solos de um determinado país, maiores serão as oportunidades que aquela população terá de possuir um melhor padrão de vida, porém é importante que as maiores áreas sejam ocupadas com solo que possuam a capacidade para a produção, tanto de matéria prima para a sobrevivência, quanto para recreações, que é importante para o bem estar da população.

Silva et al. (2007) afirmam que, o solo possui a função de servir como morada e suporte para diversos tipos de organismos integrantes da biosfera. É constituído de partículas orgânicas e minerais com diferentes dimensões, formada a partir de processos físicos, químicos e biológicos, os agentes mais comuns para a formação é o clima, a topografia do local e a comunidade biótica, as partículas podem ter origem da rocha matriz, mas também pode ser de outras regiões que foram transportadas pela ação da água, dos ventos, geleiras e também pelos animais.

O solo resulta da ação dos organismos e do clima atuando simultaneamente sobre um material de origem como a rocha mãe, os elementos clima, rocha, organismos e relevo são os fatores que influenciam na formação do solo que ocupa uma paisagem ou relevo durante um período de tempo, esses fatores atuam de forma conjunta e fazem parte do meio ambiente. O solo sofre ações de vários processos na sua formação e desenvolvimento, como transportes, adições, perdas e transformações. Devido esses processos a rocha sã vai se transformando em solo, sendo constituído por camadas verticais que diferenciam na granulometria, espessura, cor, nutrientes, e matéria orgânica. Os processos de transportes, adições, perdas e transformações são considerados responsáveis pela formação de todos os solos existentes, esses processos trabalham com diferentes intensidades formando assim vários tipos de solo de acordo com a variação dos fatores de formação (LIMA, 2007).

3.1.1 Horizontes dos solos

Um perfil de solo é formado por horizontes que são camadas paralelas à superfície podendo variar quanto à espessura, cor, textura, tipo de estrutura, entre outras propriedades. Esses horizontes são nomeados em: O, A, B, C e Rocha mãe, para melhor compreender a sua estrutura, elaborando conhecimentos a respeito dos horizontes do solo (COELHO et al., 2013).

O primeiro horizonte que é o mais superficial do solo é chamado de horizonte O também chamado de horizonte orgânico, pois é formado principalmente de matéria orgânica. Abaixo do horizonte O apresenta o horizonte A que normalmente tem uma tonalidade mais escura devido a essa camada ter uma quantidade considerável de matéria orgânica decomposta fazendo com que o solo apresente colorações amarronzadas e pretas. O horizonte B possui muito menos partículas orgânicas se comparado com o horizonte A, tem normalmente uma coloração avermelhada ou amarelada devido à influência causada pela parcela de minerais no solo. Logo abaixo vem o horizonte C, este horizonte está localizado mais perto da rocha mãe e é o último, podendo apresentar sedimentos maiores e menos decompostos da rocha mãe, a coloração pode variar bastante, e por último tem-se a rocha mãe que é o horizonte composto pelo material rochoso que ainda não sofreu intemperização (COELHO et al., 2013).

3.1.2 Principais classes de solos

Os solos são distinguidos com base em propriedades e características do seu perfil, a classificação do solo consiste em agrupar segundo determinados parâmetros. Um exemplo, as solos podem ser classificadas em vários critérios de classificação como, por exemplo, a cor: vermelhas, pretas, amarelas, etc. Classificar é uma maneira de ordenar o conhecimento existente a respeito de um determinado assunto. A importância de o solo ser classificado é que dessa forma permita conhecer quais as limitações e qualidades do solo de determinada região, possibilitando também a identificação do melhor uso daquele solo, seu comportamento e também a troca de informações técnicas com algumas pessoas que estudam ou usam os solos daquela região (LIMA, 2007).

3.1.2.1 Argissolos

Com uma presença de argila de baixa atividade os argissolos têm um horizonte B textural. Normalmente são profundos, porém, podem ser rasos e pouco profundos na região semiárida. A tonalidade do horizonte B depende da quantidade de alumínio e óxidos de ferro presentes e também da drenagem interna do solo possuindo cores avermelhadas ou amareladas. Os argissolos são desenvolvidos possuindo um desenvolvimento bem avançado, tem gradiente de textura em profundidade, consequência da argila acumulada dos horizontes superiores. O gradiente de textura faz com que o solo possua diferentes classes de drenagem interna, assim faz com que sejam susceptíveis a erosão hídrica (SILVA; SILVA e CAVALCANTI, 2005).

3.1.2.2 Nitossolos

Silva et al. (2009) falam que nos estados do Sul do Brasil a concentração dos Nitossolos é maior, porém tem ocorrência em todo o Brasil. São solos minerais derivados de rochas básicas e ultrabásicas com uma alta taxa de minerais ferromagnesianos, possui horizonte B nítico com uma coloração vermelha escura que tende a arroxeada. Os Nitossolos possuem uma estrutura que facilita a retenção de água, pois são solos argilosos, mas que mantêm boa drenagem.

3.1.2.3 Luvissolos

Os Luvissolos ocorrem em regiões com escassez de água, normalmente não são solos profundos variando de bem a imperfeitamente drenados, possui horizonte B textural com argila de atividade alta, na grande maioria dos solos desta classe possui uma mudança textural abrupta, o horizonte B é de cor amarelada e avermelhada, mas também com menos frequência as cores acinzentadas e brumadas (CARVALHO et al., 1998).

3.1.2.4 Planossolos

São solos minerais, sua permeabilidade é lenta ou muito lenta sendo mal ou imperfeitamente drenados. Os solos desta classe possuem maior ocorrência em áreas com relevo suave ondulado ou plano. Tem um horizonte B plânico, sendo geralmente solos com pouca profundidade. As colorações são pouco vivas com tendência para o acinzentado ou cores escuras (SANTOS et al., 2013).

3.1.2.5 Cambissolos

Os Cambissolos são solos minerais com propriedades bem variáveis, porém sempre apresentam textura mais fina ou média com pouco desenvolvimento pedogenético. Esses solos são geralmente de pequena profundidade, elevado teor de minerais herdados da rocha tendo também uma presença muito grande de fragmentos da rocha em sua massa. Possuindo um horizonte B incipiente os Cambissolos apresentam cores mais viva como vermelho-escuro ou bruno-amarelada (IAC- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS, 2014).

3.1.2.6 Plintossolos

Segundo Carvalho et al. (1998) e Santos et al. (2013) os Plintossolos são solos formado por material mineral, podendo apresentar horizonte plântico, litoplântico ou concrecionário. Solos com horizonte plântico tem maior ocorrência em terrenos com cotas inferiores, com relevo plano ou suave ondulado e em regiões de várzeas. Os solos com horizonte concrecionário são encontrados em áreas de chapadas, chapadões das regiões norte e central do Brasil. A coloração destes solos são bastante variáveis tendo uma predominância maior de cores pálidas, podendo apresentar cores avermelhadas.

3.1.2.7 Gleissolos

São solos normalmente pouco profundos formados por material mineral, que são formados normalmente de sedimentos, estratificados ou não, podem variar a sua textura desde arenosa a argilosa, os solos dessa classe são periodicamente

ou permanente encharcados por água. Os Gleissolos possuem horizonte glei imediatamente abaixo do horizonte A os Gleissolos em condições naturais são mal ou muito mal drenados. Devido ao processo de gleização faz com que as cores acinzentadas, esverdeadas ou azuladas se manifeste decorrente da redução e solubilização do ferro (CARVALHO et al., 2006).

3.1.2.8 Vertissolo

Os vertissolos podem variar de pouco profundos a profundos podendo também ocorrer em solos rasos, a sua drenagem varia de imperfeita a mal drenado sendo casualmente moderadamente drenado. Sua coloração pode ser acinzentada, avermelhada e também escura. A sua textura pode variar de argilosa a muito argilosa. Podem ocorrer em diversos tipos de climas desde úmidos aos mais secos (SANTOS et al., 2013).

3.1.2.9 Neossolos

São solos de pequena profundidade, derivado de material mineral, ou de material orgânico, não apresenta nenhum tipo de horizonte B diagnóstico, alguns podem apresentar, porém não possuam características suficientes para a caracterização. Os Neossolos podem ter baixa permeabilidade como também podem ter uma alta permeabilidade. Esse tipo de solo pode ocorrer desde áreas planas até áreas montanhosas e onduladas (CARVALHO et al., 1998).

3.1.2.10 Latossolos

De acordo com Santos et al. (2013) os latossolos são solos muito profundos, com um estágio de intemperização muito avançado sendo em relação a rocha velhos e alterados e geralmente com uma fertilidade baixa pois em geral são solos com um alto grau de acidez. Ocupam regiões tropicais e equatoriais também pode ocorrer em zonas subtropicais, apresentando-se em superfícies de erosão, terraços fluviais antigos ou pedimentos, geralmente em relevos mais planos e ondulados, mas também podem ocorrer em regiões acidentadas. Em geral são bem drenados com cores variando desde o amarelo até o vermelho escuro.

3.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS

O conceito de Bacia Hidrográfica se resume em uma determinada área que é drenada por um corpo de água principal e seus afluentes por onde é escoado o fluxo de água. Barrela (2001), Guerra e Cunha (2000) definem Bacia Hidrográfica como uma rede formada por um rio principal e seus afluentes, onde cada um deles drena a água, materiais que são dissolvidos e também sólidos para outro rio, reservatório, lago ou oceano. São formadas nas áreas mais elevadas por divisores de água, as águas das chuvas podem escoar para as partes mais baixas superficialmente formando rios e riachos ou infiltrando no solo e formando lençóis freáticos. As cabeceiras são constituídas por riachos que se formam nas montanhas e de acordo as águas vão descendo, juntam-se a outros corpos hídricos aumentando o volume de água e formando ribeirões e rios, que continuam o trajeto recebendo água de outros contribuintes até desembocar no oceano. De acordo com a ANA (2017), o Brasil possui 12 bacias hidrográficas, que estão por todo o território nacional, são as bacias Hidrográficas do: Amazonas, São Francisco, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Leste, Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Sul, Atlântico Sudeste, Paraná, Paraguai, Parnaíba, Uruguai e do Tocantins-Araguaia como mostra a figura 1.

Figura 1- Regiões Hidrográficas do Brasil



Fonte: ANA (2017)

Quadro 1- Informações sobre as Bacias Hidrográficas do Brasil

REGIÃO HIDROGRÁFICA	ESTADOS ATINGIDOS	ÁREA APROX. (Km²)	OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO NACIONAL (%)
AMAZÔNIA	AC,AM,RO,RR,AP,P A,MT	3.870	45
ATLÂNTICO LESTE	BA,MG,SE,ES	388.160	3,9
ATLÂNTICO NORDESTE OCIDENTAL	MA,PA	274.300	3
ATLÂNTICO NORDESTE ORIENTAL	PI,CE,RN,PB,PE, AL	286.800	3,4
ATLÂNTICO SUDESTE	MG,ES,RJ,SP,PR	214.629	2,5
ATLÂNTICO SUL	SP,PR,SC,RS	187.552	2,2
PARAGUAI	MT,MS	363.446	4,3
PARANÁ	SP,PR,MS,MG, GO,SC,DF	879.873	10
PARNAÍBA	PI,MA,CE	333.056	3,9
SÃO FRANCISCO	BA,MG,PE,AL, SE,GO,DF	638.466	7,5
URUGUAI	RS,SC	274.300	3
TOCANTINS-ARAGUAIA	GO,TO,PA,MA, MT,DF	920	10,8

Fonte: Desenvolvido pelo autor a partir dos dados de ANA (2015)

3.2.1 Bacia do Ribeirão São João

O Ribeirão São João é um dos contribuintes da bacia Tocantins-Araguaia que destaca-se por ser a segunda maior do Brasil em relação à vazão e área, sendo menor apenas que a do Amazonas, porém é a maior bacia do país com área de drenagem com totalmente dentro do território (ANA, 2015).

A bacia hidrográfica do Ribeirão São João está localizada no município de Porto Nacional na região central do Tocantins, distante 60 km da capital estadual Palmas. De acordo com Silva (2010) a bacia hidrográfica do Córrego São João está localizada entre os paralelos 10°46'43" e 10°41'20" de latitude sul e entre os meridianos 48°14'16" e 48°24'51" de longitude oeste, possuindo uma área total de 82km² localizada a sudeste de Porto Nacional - TO.

O Ribeirão São João por ser um afluente do rio Tocantins é um curso d'água de jurisdição estadual, a sua nascente está localizada na Serra Manoel do Carmo, e percorre até desaguar no reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães no Rio Tocantins. O sistema de abastecimento público do município de

Porto Nacional depende diretamente do Ribeirão São João para a captação de água que é feito por meio de barragem de acumulação (BERNARDELI, 2017).

3.3 EROSÃO

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2014), a erosão vai acontecendo de acordo com que as pequenas partículas do solo vão se soltando devido à ação dos ventos e também pela água. Guerra, Silva e Botelho (1999) afirmam que, os processos de erosão não ocorrem de forma igual em todos os ambientes terrestres, no ambiente tropical como ocorre em maior parte do Brasil, esse fenômeno ocorre com maior frequência, pois a incidência de chuva em um período do ano é muito maior. Onde se tem a predominância do cerrado há ocorrência de precipitações intensas, com aproximadamente seis meses de chuvas, o que ocasiona um maior acúmulo de energia no meio ambiente, favorecendo o início e a continuação dos processos erosivos.

Silva, Schulz e Camargo (2007) dizem que, quando determinadas áreas são desmatadas e a cobertura do solo é alterada, a taxa de infiltração é reduzida e o escoamento superficial tem um aumento, por consequência disso há uma maior produção de sedimentos que vão ser levado para o leito dos rios causando o assoreamento.

O carreamento de partículas pela água tem relação entre a força necessária para movimentar as partículas de solo e a sua capacidade de transporte que será necessária para transportar os sedimentos. Os fragmentos mais finos e leves como o silte e a argila necessitam de pouca energia para serem carregadas, já as partículas de areia necessitam um pouco mais de energia. Quando o escoamento é muito veloz e turbulento possuem grande capacidade de levar sedimentos deslocando partículas finas e grossas. O carreamento do solo fica mais seletivo quando o escoamento diminui a velocidade, pois assim, os processos erosivos, degradação e transporte de sedimentos vão depender da granulometria do solo particulado presente na bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1981).

3.3.1 Agentes erosivos ativos

3.3.1.1 Água

Coelho Netto (1998) afirma que, a infiltração é o movimento da água no subsolo. De acordo com ele os tipos de solos determinam o volume de água que se infiltra e do escoamento superficial, à medida que o solo não consegue mais absorver, a água passa a se mover na superfície e começando a ganhar volume e velocidade podendo assim o fluxo de água começar a erodir o solo. Guerra, Silva e Botelho (2005) falam que onde a água das precipitações tem dificuldade para se infiltrar, a ocorrência de erosão pode ser mais efetiva, pois a água pode fluir em grandes quantidades na superfície do solo gerando forças que podem carrear o solo.

3.3.1.2 Ventos

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2014), a atuação dos ventos é mais comum em regiões planas, onde a ocorrência de chuva é reduzida e onde tem pouca presença de vegetação que possui a função de obstrução para reduzir as forças dos ventos. Nas regiões áridas e semiáridas onde tem muita ocorrência de solos soltos e secos com granulação fina e pouca ocorrência de chuva, o vento se torna um agente erosivo preocupante de sérias consequências.

Bertoni e Lombardi Neto (2014) afirmam que o processo de erosão pelo vento consiste em três fases, começando pela fase de movimentação das partículas, que é causado de acordo com a força exercida pelos ventos sobre o solo, depois que o movimento das partículas é iniciado começa o processo de transporte, onde as partículas são conduzidas aos saltos pela força do vento, e por último vem à deposição que ocorre quando a força de gravidade é mais forte que a força do vento que sustenta a partícula de solo no ar, sendo depositada assim em outro local.

3.3.1.3 Temperatura

O clima pode exercer uma grande influência nos processos de erosão, a temperatura é um dos parâmetros climáticos mais importantes, pode atuar de forma direta nos processos de degradação. A temperatura está ligada a exposição do

ambiente ao Sol, podendo provocar dilatação e contração no solo, e com isso enfraquece a estrutura do solo facilitando com que as partículas sejam soltas e removidas (COUTO, 2015).

3.3.1.4 Ações antrópicas

As erosões antrópicas ou erosões aceleradas são causadas devido o rompimento do equilíbrio do meio ambiente causado pelo homem não permitindo ao solo a recuperação natural. Um exemplo bem comum é o manejo do solo inadequado, deixar de observar as curvas de nível, o desmatamento das matas ciliares, tudo isso pode causar vários processos erosivos ou acelerar algum que já tinha iniciado (CARVALHO; SALES et al., 2006).

3.3.2 Agentes erosivos passivos

3.3.2.1 Topografia

A topografia do terreno é muito importante, de acordo com a sua inclinação pode influenciar na velocidade e também no volume de água, nas áreas mais planas ou que possuam uma leve inclinação a água tende a escoar mais lentamente, tendo assim mais tempo para se infiltrar, nos terrenos que possuem uma inclinação maior a resistência ao escoamento é menor e de acordo o comprimento da rampa vai aumentando a velocidade do escoamento, desse modo a água pode alcançar grandes velocidades aumentando assim sua capacidade de carregamento de partículas de solo, por isso regiões montanhosas são mais vulneráveis a erosões (SILVA, 1995).

3.3.2.2 Gravidade

A gravidade é um fator muito influente no processo de erosão, ela atua de forma mais favorável em terrenos que possuam uma inclinação maior. Devido o campo gravitacional existente no planeta, nos terrenos de maior inclinação ocorre o

aumento da velocidade do escoamento das águas provenientes das chuvas, aumentando assim os processos erosivos (GOMES, 2001).

3.3.2.3 Tipos de solo

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2014), os solos podem possuir diferentes características em relação às propriedades físicas como a textura, estrutura, densidade e permeabilidade como também em relação características químicas e biológicas. A condição física e química diz se o solo possui maior ou menor resistência a ação da água.

O tamanho das partículas influencia bastante na erodibilidade do solo, quando o solo possui partículas maiores como em um solo arenoso, com uma pequena enxurrada poderá erodir, devido a proporção de partículas argilosas ser pequena, não exercendo a função de ligação entre as grandes partículas, pois não possui a propriedade físico-química da argila que faz com que os agregados fiquem estáveis ao entrar em contato com a água. As propriedades biológicas também são muito importantes para a diminuição da erosão, a camada de produtos em decomposição ajuda a manter a estabilidade dos agregados por meio do efeito de coesão.

Quadro 2- Principais classes de solo e sua suscetibilidade à erosão.

PRINCIPAIS CLASSES DE SOLO	SUSCETIBILIDADE À EROSIÃO
Argissolos	ALTA, PODE VARIA DE ACORDO COM AS DESCONTINUIDADES TEXTURAIS E ESTRUTURAIS AO LONGO DO PERFIL
Nitossolos	VARIÁVEL, DE ACORDO COM A DRENAGEM E A DECLIVIDADE DO TERRENO
Luvissolos	ALTA, EM FUNÇÃO DA COESÃO E CONSISTÊNCIA DURA DO HORIZONTE A E DO FORTE GRADIENTE TEXTURAL ENTRE OS HORIZONTES A E B.
Planossolos	ALTA, DEVIDO UMA TRANSIÇÃO ABRUPTA EM FUNÇÃO DOS CONTRASTES TEXTURAIS E ESTRUTURAIS.
Cambissolos	VARIÁVEL, DE ACORDO COM A PROFUNDIDADE, A DECLIVIDADE, DO TEOR DE SILTE E DO GRADIENTE TEXTURAL.
Plintossolos	VARIÁVEL, DE ACORDO COM O AUMENTO ACENTUADO NO TEOR DE ARGILA DOS HORIZONTES SUPERFICIAIS PARA O HORIZONTE PLÍNICO OU A PRESENÇA DE PETROPLINTITA.
Gleissolos	POR SITUAREM EM ÁREAS PLANAS QUE NÃO FAVORECEM O ESCOAMENTO, POSSUI BAIXA SUSCETIBILIDADE.
Vertissolo	ALTA, DEVIDO A DRENABILIDADE IMPERFEITA E A PERMEABILIDADE LENTA.
Neossolos	ALTA, DEVIDO SER UM SOLO DE PEQUENA ESPESSURA, PODE RAPIDAMENTE SER SATURADO, FACILITANDO O ESCOAMENTO SUPERFICIAL.
Latossolos	REDUZIDA SUSCETIBILIDADE A EROSIÃO, POIS APRESENTAM UMA BOA PERMEABILIDADE, DRENABILIDADE E BAIXA RELAÇÃO TEXTURAL.

Fonte: Desenvolvido pelo autor a partir dos dados de Cunha e Guerra (2001)

3.3.2.4 Cobertura vegetal

A cobertura vegetal pode influenciar na infiltração, quando a presença de vegetação o escoamento pode se tornar mais lento aumentando assim o tempo de infiltração. Quando tem a cobertura natural da vegetação, tem a formação de uma espécie de proteção que protege a superfície do solo. Quando a água proveniente da chuva cai sobre a vegetação presente naquele ambiente a energia cinética das gotas são dissipadas pelas folhagens dos arbustos e arvores evitando com que se choquem diretamente com a superfície do solo, tendo também que atravessar a camada composta por material orgânico proveniente das árvores para poder chegar a superfície terrestre, fazendo com que a água se infiltre de maneira mais lenta, com a vegetação presente também permite que se formem no solo quantidades maiores de macro poros evitando assim o escoamento superficial (BRANDÃO, 2003).

3.3.3 Formas de erosão hídrica

3.3.3.1 Erosão em córregos

A erosão nos taludes dos rios contribui no aumento da carga de fundo e causa a deterioração das margens onde era ocupada por vegetação. Alves (2007) afirma que, uma grandes quantidade de sedimentos são diariamente depositados nos canais fluviais devido os processos erosivos que contribuírem com grande quantidade de sedimentos para o leito, fazendo com que a carga solida desses canais aumentem, causando assim vários impactos que podem ser avaliados como problemas ambientais, social e econômico.

Ele também afirma que, com esse aumento de carga gerado pelos sedimentos nos leitos dos canais fluviais gera um processo de sedimentação maior aumentando assim os processos de assoreamento. Com o assoreamento ocorre um decréscimo na profundidade dos canais fluviais, comprometendo por exemplo, a sua navegabilidade, além disso, pode ocorrer maior número de enchentes, pois quando houver uma chuva os leitos assoreados não poderão suportar o grande volume de água. O aumento da taxa de sedimentos que são transportados pelos canais também pode aumentar a turbidez da água podendo causar o desequilíbrio da fauna e da flora aquática, pois a quantidade de luz que passa pela água será diminuída.

3.3.3.2 Erosão interna ou piping

O piping ou erosão subterrânea consiste em um processo no qual se tem a formação de tubos que são canais que se formam dentro de um talude ou encosta por meio do carreamento das pequenas partículas de solo. O piping pode se desenvolver ao longo de vários metros não ocorrendo apenas nas proximidades do talude, pode enfraquecer o solo e estabelece regiões de percolação preferenciais podendo causar o afundamento da superfície do terreno (FENDRICH et al., 1997)

3.3.3.3 Erosão superficial

De acordo com Carvalho et al. (2006) a erosão superficial surge do escoamento da água que o solo não consegue absorver. Esse tipo de erosão está ligada ao transporte, tanto das partículas desprendidas quanto das partículas que são soltas pelo impacto das gotas de chuva que geram uma força entre o solo e a água que arrancam os agregados.

O poder de erosão da água quando está em movimento e sua capacidade de transporte dos sedimentos depende da velocidade e da densidade do escoamento, como também da profundidade da lâmina d'água e principalmente do relevo ou inclinação do talude, quanto maior o ângulo de inclinação, menores serão os locais onde pode ter a possibilidade de acumulação de água e, conseqüentemente, mais uniforme será o fluxo, sendo, portanto de fundamental importância o aspecto do local.

A formação de fluxo superficial aumenta a capacidade de desprendimento e arraste dos fragmentos de solo, quase sempre dando origem aos sulcos que evoluem para erosões maiores como as ravinas que podem progredir para voçoroca. O processo de erosão superficial pode ser caracterizado pela remoção invariável de sedimentos pelo escoamento laminar ao longo da vertente, e pode nessa fase haver o aparecimento de sulcos.

3.3.4 Estágios das erosões

3.3.4.1 Lixiviação ou erosão laminar

A lixiviação consiste na remoção pela enxurrada da camada superior do terreno, esse tipo de desgaste pode ocorrer tanto em terrenos planos como nos inclinados. Com o passar do tempo e essa ação de desgaste do solo continuar atuando poderá futuramente ocorrer o aparecimento de sulcos (LEPSCH, 2010).

3.3.4.2 Sulcos

Essa fase é caracterizada pela aparição de sulcos sinuosos que ficam localizados ao longo da área, são causados pela força das enxurradas que escorrem pelo terreno. Os sulcos podem ser a evolução da lixiviação, mas nem sempre pode ser essa a causa do aparecimento. Esse estágio como nos outros pode causar o empobrecimento do solo e o desgaste, podendo evoluir para ravinas (SILVA; FREITAS et al., 2015).

3.3.4.3 Ravinas

As ravinas são o resultado da ação continua do escoamento e do seu efeito de cisalhamento, aumentando assim as dimensões dos sulcos. Nas ravinas o escoamento é apenas superficial, desse modo elas tem o mesmo comportamento em relação ao escoamento dos sulcos de erosão (LAFAYETTE; CANTALICE e COUTINHO, 2011).

3.3.4.4 Voçorocas

A voçoroca é o ultimo estágio da erosão, é ocasionado devido as grandes concentrações de enxurradas que passam durante vários anos no mesmo canal, que por sua vez vai se ampliando tornando-se profunda e extensa, de acordo com que as massas de solo vão se erodindo podem formar grandes buracos que às vezes chega a atingir o lençol freático (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014).

3.3.5 Erosividade

Bertoni e Lombardi Neto (2014) falam que, a erosividade consiste na capacidade das chuvas de causar erosões. A capacidade erosiva está ligada diretamente as características como intensidade da chuva, tamanho e a velocidade terminal das gotas e o tipo de solo. De acordo com a energia cinética que é definida por essas características da gota de chuva que cai, o impacto direto na superfície do solo pode ser maior ou menor e isso acaba causando a desagregação das partículas que compõe solo.

Esses materiais ficam dispersos e por apresentarem uma pequena massa ficam passíveis a remoção para as áreas mais baixas pelo escoamento. Outras características como a frequência, duração e intensidade também influenciam no potencial erosivo. Dependendo da intensidade e duração da chuva as perdas de solo podem ser muito ou pouco significativas, já a frequência pode influenciar no teor de umidade do solo, estando o solo saturado a possibilidade de ter enxurradas é muito maior mesmo com chuvas pouco intensas.

3.3.6 Erodibilidade

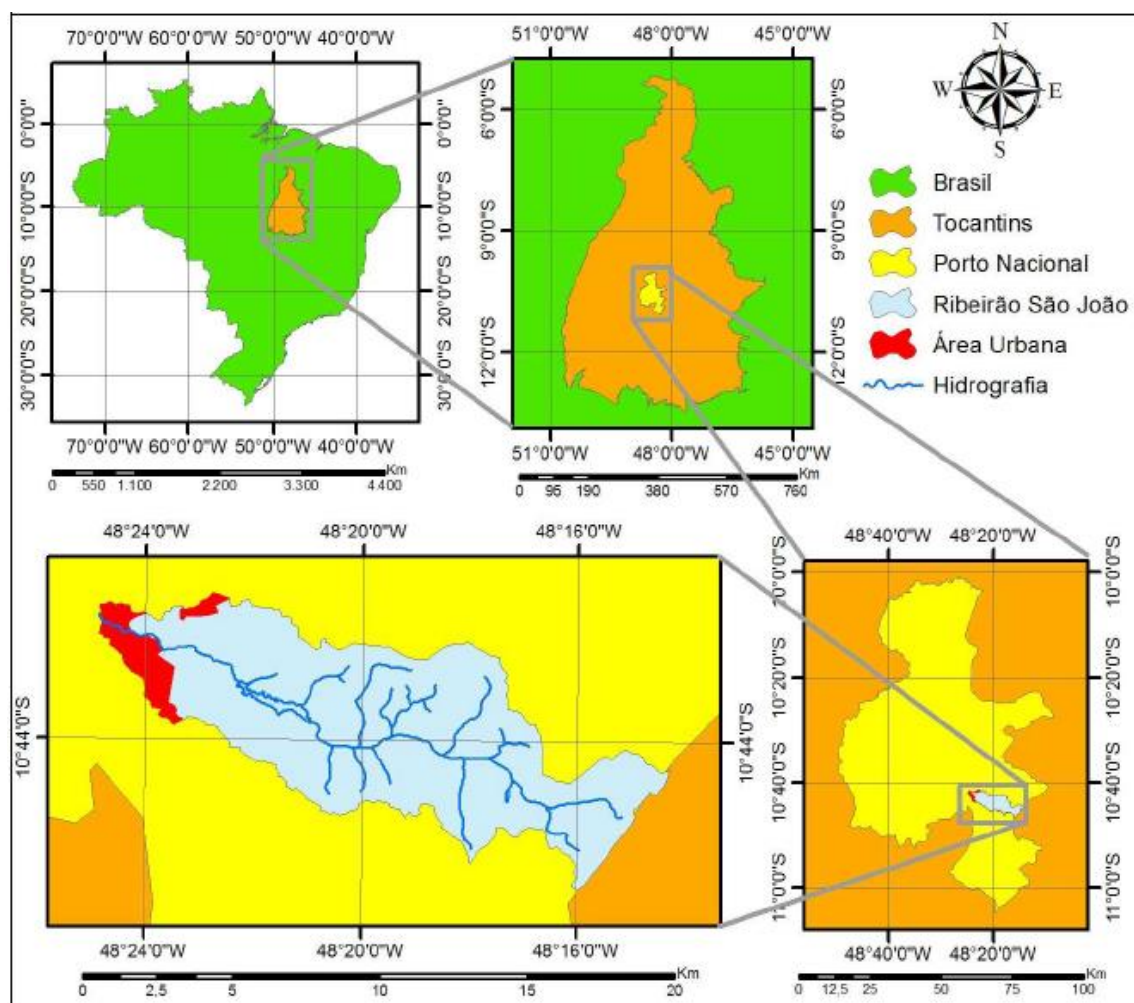
Segundo Ahmed (2009), a erodibilidade de um solo consiste na sua vulnerabilidade a erosão, quanto mais alta a erodibilidade de um solo mais ele sofrerá erosão, diferente do solo que possui baixa erodibilidade estando nas mesmas condições. De acordo com Ferreira, Silva e Castro (2008) cada solo possui características que é responsável por aumentar ou diminuir a facilidade do solo se erodir.

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região de estudo fica a sudeste da cidade de Porto Nacional-TO, a bacia de drenagem do Ribeirão São João possui uma área total segundo Silva (2010) de 82km², a bacia está localizada entre os meridianos 48°14'16" e 48°24'51" de longitude oeste e em meio aos paralelos 10°4 6'43" e 10°41'20" com latitude Sul conforme a figura 2. Sua foz está situada dentro da área urbana de Porto Nacional, contribuindo diretamente no rio Tocantins. Segundo Tocantins (2012) os aspectos pedológicos que estão presentes na região são os Latossolos e uma pequena porção de Neossolos. Já a vegetação natural que predomina na região é o cerrado.

Figura 2- Mapa de localização da área estudada



Fonte: Silva (2010)

Na região de Porto Nacional - TO o clima é tipicamente tropical, A média anual pluviométrica é de 1622mm, e a temperatura média é cerca de 26,1°C, o mês de Setembro é o mês mais quente com média de 27,9°C e o mês com temperaturas mais baixas é Julho com média de 24,9°C, esses dados são referente ao período de 1982-2012. O período chuvoso que consiste a maior parte das precipitações está entre os meses de Outubro e Abril, já o período de seca está entre o mês de Maio e Setembro (CLIMATE-DATA, 2018).

4.2 MÉTODOS DE ESTUDOS QUE SERÃO UTILIZADOS NO TRABALHO

Para a realização do estudo, serão instalados nas maiores erosões o método dos pinos de erosão, também serão realizados ensaios de caracterização dos solos da região, serão realizados mapas temáticos relativos a erosão, suas dimensões serão identificadas por meio de estação total. Os registros fotográficos terão a função de análise do início e término demonstrando a possível evolução da erosão.

4.2.1 Caracterização do solo

Os ensaios serão feitos de acordo com as normas técnicas listadas abaixo, serão retiradas amostras do solo onde houver as maiores erosões para realizar ensaios laboratoriais e determinar as características e propriedades mecânicas do solo da região.

4.2.1.1 Análise granulométrica

A metodologia para análise granulométrica e a execução do ensaio será feito de acordo com a NBR 7181 (2016), realizando uma combinação de sedimentação e peneiramento. O ensaio é dividido em duas partes onde se tem uma finalidade diferente para cada caso. Com os resultados adquiridos é possível fazer a curva granulométrica, para classificação dos solos.

O peneiramento será utilizado para determinação das frações maiores como areia e pedregulho, já a sedimentação será feita com materiais finos como a argila ou silte, medindo a velocidade que o material decanta-se na água. A

determinação da granulometria se baseada de lei de Stokes, onde relaciona a velocidade que a partícula sedimenta-se. Quanto maior for a partícula mais rapidamente ela se depositará no fundo da proveta.

4.2.1.2 Massa específica do solo

Conforme a norma NBR 6508 (1984) determina-se a massa específica do solo que for passante na peneira 4,8mm através do picnômetro. A massa específica será determinada através da relação entre a massa e o volume de sólidos. O picnômetro será calibrado e o ar da composição solo e água retirado de acordo com a norma para que o ar não interfira nos resultados de pesquisa.

4.2.1.3 Limites de Atterberg

De acordo com a NBR 6459 (2016) o limite de liquidez (LL) determina o teor de umidade que é a passagem do estado líquido para o plástico. Para a determinação desse limite será feito ensaio no aparelho Casagrande que mede o teor de umidade através do fechamento das bordas inferiores de uma canelura de feita por um cinzel padronizado que é aberta na massa de solo, necessitando 25 golpes para o seu fechamento. O resultado de várias repetições mudando a umidade do mesmo solo gera uma um gráfico que mostra a linha do escoamento que relaciona o número de golpes com a umidade.

De acordo com a NBR 7180 (2016) fala que, o limite de plasticidade (LP) mostra a quantidade necessária de umidade para que o solo possa ser moldado. O procedimento a ser executado consiste na formação de bastões de 3mm de diâmetro e 10cm a 15cm de comprimento sobre uma placa de vidro. Repete-se o procedimento pelo menos três vezes determina a umidade e calcula se a média para assim encontrar o limite de plasticidade.

4.2.1.4 Teste de infiltração

De acordo com Bernardo et al. (2006) será feito ensaio do infiltrômetro com anel para a determinação da taxa de infiltração. Para a realizar o ensaio será necessário dois anéis, colocados concentricamente sendo o menor com diâmetro de

25 cm e o maior com 50 cm, e altura de 30 cm. O anel externo com finalidade reduzir o efeito da dispersão lateral da água infiltrada do anel interno.

Após a instalação dos anéis, enterrando-os no solo até aproximadamente metade de sua altura será colocado água ao mesmo tempo nos dois anéis, e posteriormente acompanhar a infiltração vertical no anel interno, em intervalos de tempo iniciados a dois minutos.

4.2.2 Identificação, dimensões e registros

Para a identificação das erosões será utilizado um aparelho de GPS para verificar os pontos e mapear as erosões em relação à bacia hidrográfica, o dimensionamento do tamanho das erosões será feitos com o auxílio de estação total e trena. De acordo com o tamanho e profundidade da erosão será registrado com imagens do local mostrando a sua extensão, sendo as mesmas estaqueadas com pinos.

4.2.3 Pinos de erosão

Baseando na metodologia de Leal (2008) o procedimento do estudo se dá pelo monitoramento das bordas das erosões, a partir da instalação de barras de vergalhões com tamanho de 20cm, onde serão cravados 15cm e 5cm permanecerá fora. A quantidade de pinos irá variar de acordo com o tamanho da erosão. Serão colocados perpendicularmente a erosão sendo dois vergalhões por ponto, o primeiro a uma distância de um metro da borda e o segundo a dois metros, a distância lateral entre os pontos será de um metro. As verificações ocorrerão quinzenalmente com o auxílio de uma trena. As informações serão armazenadas e comparadas com dados pluviométricos da região.

5 CRONOGRAMA

Quadro 3- Cronograma do projeto de pesquisa

ETAPAS	ANO 2018					ANO 2019					
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
DEFINIÇÃO DO TEMA											
PESQUISA BIBLIOGRÁFICA											
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA											
ELABORAÇÃO DO PROJETO											
ENTREGA DO PROJETO											
APRESENTAÇÃO DO PROJETO											
COLETA DE DADOS E REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS											
INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS											
ENTREGA DO PROJETO											
SUBMISSÃO DA MONOGRAFIA											

	PARTE EXECUTADA
	PARTE NÃO EXECUTADA

Fonte: Desenvolvida pelo Autor (2018)

6 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se a partir desse estudo fazer o levantamento das erosões que ocorrem nas margens do Ribeirão São João, obter os dados dos solos das regiões onde ocorrem as erosões, fazer o monitoramento que possibilite a criação de gráficos que permitem fazer a comparação entre as precipitações e o avanço das erosões. A produção de mapas temáticos com a localização das erosões e as dimensões dessas erosões para que possam ser comparadas em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

- AHMED, C. R. M. **Fatores que influenciam a erodibilidade nos solos do município de Campos dos Goytacazes- RJ sob uma análise multicritério**. 2009. 103f. Dissertação, Mestrado em Engenharia Civil- Universidade Estadual do Norte Fluminense , Campos dos goytacazes, 2009.
- ALVES, R. R. **Monitoramento dos processos erosivos e da dinâmica hidrológica e de sedimento de uma voçoroca: estudo de caso na Fazenda do Glória na zona rural de Uberlândia-MG**. Dissertação. Análise, planejamento e gestão. UFU. Uberlândia/MG, p. 109. 2007.
- ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **GEO Brasil Recursos Hídricos: componente da série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. Brasília – DF, p. 59. 2007.
- ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano estratégico de recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios tocantins e araguaia: relatório síntese**. Brasília-DF, p. 256. 2009.
- ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras**. Edição Especial. Brasília-DF: ANA, 2015. 163 p.
- ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura de recursos hídricos Brasil 2017**. Brasília- DF, p. 169. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**. Solo – Determinação do Limite de Plasticidade. mar/2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6508**. Grão de solo que passam na peneira de 4,8mm – Determinação da Massa Específica. out/1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**. Solo – Determinação do Limite de Liquidez. abr /2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**. Solo – Determinação do Limite de Plasticidade. set/2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14545**. Solo – Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilos à carga constante. 2000
- BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- BERNARDELI, M. A. F. D. **Bacia do Córrego São João & segurança hídrica do abastecimento urbano do município de Porto Nacional-TO**. 2017. 147f. Tese, Pós graduação em Geografia. Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, 2017.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 9. ed. São Paulo: Ícone, 2014.

BRANDÃO, V. S. **Infiltração de água em solos sujeitos a encrostamento**. 2003. 68f. Tese, Pós graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 2003.

CARVALHO, et al. **Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro**. Brasília: FINATEC, 2006.

CARVALHO, et al. **Sistema Brasileiro de Classificação dos solos**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2006.

CARVALHO, P. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa, 1998.

CLIMATE-DATA. <https://pt.climate-data.org>. **Dados climáticos para cidades mundiais**, 2018. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/tocantins/porto-nacional-42787/#climate-graph>>. Acesso em: 14 out. 2018.

COELHO, M. et al. Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. In: MOREIRA, F. M. S., et al. **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras: UFLA, 2013. p. 352.

COUTO, O. C. **Análise de erodibilidade em taludes com horizontes resistentes e suscetíveis aos processos erosivos**. Universidade Federal de Ouro Preto-UFOP. OURO PRETO, p. 110. 2015.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, v. 1, 1981.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro-RJ: Bertrand Brasil, 2001.

FENDRICH, R. et al. **Drenagem e controle da erosão urbana**. 4. ed. Curitiba- PA: Champagnat, 1997.

FERREIRA, L. C. ; SILVA, A. A.; CASTRO, S. S. **Estudo da Suscetibilidade Erosiva: Erodibilidade do Solo, Erosividade da Chuva, Uso do Solo e suas Relações com os Processos Erosivos Hídricos na Sub-bacia Rio Claro/Caiapó da Alta Bacia do rio Araguaia-GO**. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia. Simposio. 2008 Belo Horizonte – MG., ago. 2008.

GOMES,. **Estudo da erodibilidade e parâmetros geotécnicos de um solo em processo erosivo**. 2001. 207f. Dissertação, Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco. Recife-. 2001.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro-RJ: Bertrand Brasil, 2000.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos solos**: Coceito temas e Aplicações. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos**: Conceitos, Temas e aplicações. 2°. ed. Rio de Janeiro- RJ: Bertrand Brasil, 2005.

IAC- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. www.iac.sp.gov.br. **Solos do Estado de São Paulo**, 2014. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/solossp/>>. Acesso em: 04 out. 2018.

LAFAYETTE, K. P. ; CANTALICE, J. R. ; COUTINHO,. **Resistência à erosão em ravinas, em latossolo argiloarenoso**. UFPE. Recife-PE, p. 8. 2011.

LEAL, C. B. **Uso e comparação do método de estaqueamento, o método dgps e geoprocessamento no monitoramento de uma área erosiva na fazenda do Glória – Uberlândia, MG**. UFU. UBERLÂNDIA- MG, p. 35. 2008.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

LIMA, ; LIMA, M. R. Formação do solo. In: LIMA, ; LIMA, M. R.; MELO, V. F. **O solo no meio ambiente**: Abordagem para Professores do Ensino Fundamental e Médio e Alunos do Ensino Médio. 1. ed. Curitiba – PR: UFPR, 2007. p. 130.

LIMA, M. R.; LIMA, V. C.; MELO, V.. **O Solo no Meio Ambiente**: Abordagem para Professores do Ensino Fundametal e Médio e alunos do Ensino Médio. 1. ed. Curitiba-PR: UFPR, 2007.

NETTO, A. L. C. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia**: Uma atualização de bases e conceitos. 3. ed. Rio de Janeiro-RJ: Bertrand Brasil, 1998.

PENA, R.. brasilescola.uol.com.br. **Brasil Escola**, 2018. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/o-solo.htm>>. Acesso em: 01 out. 2018.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SILVA, A. M.; SCHULZ, E.; CAMARGO,. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos: RiMa, v. 2, 2007.

SILVA, F. H. B. B.; SILVA, M. S. ; CAVALCANTI,. **Descrição das principais classes de solos**. Embrapa. Recife, p. 15. 2005.

SILVA, L. et al. **Estudo de um nitossolo vermelho com evidencia de carater coeso da região sudoeste do paraná**. UTFPR. Pato Branco, p. 4. 2009.

SILVA, A. A. F. **Geoprocessamento aplicado a análise e mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do Ribeirão São João-To.** 2010. 35f. Monografia. Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional. 2010.

SILVA, M. L. et al. **MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E DA ÁGUA: GUIA DE ESTUDOS.** Lavras/MG: UFLA, 2015. 74 p.

SILVA, M. S. **ESTUDOS DA EROSÃO.** CPATSA. PETROLINA - PE, p. 20. 1995. Tese de mestrado.

SILVEIRA, Q. **REUSO DA ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS.** Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 44. 2008.

TOCANTINS. **Atlas do Tocantins Subsídios ao Planejamento da Gestão Territorial.** 6. ed. Palmas-TO: SEPLAN, 2012.