



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

LUCIANO ALVES OLIVEIRA

**IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELA EXTRAÇÃO DE
AGREGADOS NO MUNICÍPIO DE PARAÍSO DO TOCANTINS-TO**

**Palmas-TO
2016**



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

LUCIANO ALVES OLIVEIRA

**IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELA EXTRAÇÃO DE
AGREGADOS NO MUNICÍPIO DE PARAÍSO DO TOCANTINS-TO**

Monografia elaborada e apresentada como requisito parcial para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil II pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.Sc. Mênfis Bernardes Alves

**Palmas-TO
2016**



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

LUCIANO ALVES OLIVEIRA

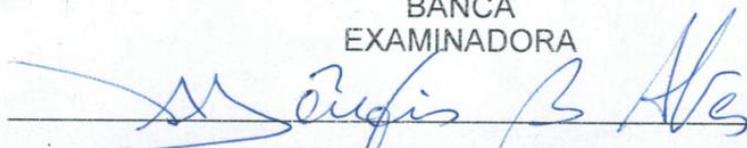
IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELA EXTRAÇÃO DE AGREGADOS NO MUNICÍPIO DE PARAÍSO DO TOCANTINS-TO

Monografia elaborada e apresentada como requisito parcial para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil II pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.Sc. Mênfis Bernardes Alves

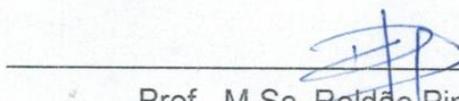
Aprovada em 31 de maio de 2016.

BANCA
EXAMINADORA



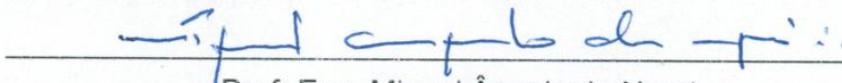
Prof. M.Sc. Mênfis Bernardes Alves - Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof. M.Sc. Roldão Pimentel de Araújo Junior

Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof. Esp. Miguel Ângelo de Negri

Centro Universitário Luterano de Palmas

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa pelo incentivo, suporte e motivação dados à minha vida.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus que me deu sabedoria para concluir mais esta etapa em minha vida.

A minha esposa Graciela de Oliveira Alves pela compreensão, amor e companheirismo durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais e irmãos pelo incentivo e apoio.

Ao meu orientador Professor Mênfis Bernardes Alves pelo empenho dedicado a este trabalho.

Aos senhores José Augusto de Oliveira, José Alves dos Santos e Fábio Augusto Oliveira que me auxiliaram durante a realização da pesquisa de campo.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

OLIVEIRA, Luciano Alves. **Impactos Ambientais provocados pela extração de agregados no município de Paraíso do Tocantins-TO**. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas – CEUP/ULBRA, Palmas, 2016.

O objetivo deste projeto é verificar a problemática da extração de agregados tendo em vista a redução dos impactos ambientais no solo, nos recursos hídricos e nos índices pluviométricos no município de Paraíso do Tocantins-TO. A construção civil, nos últimos dez anos, sofreu uma evolução significativa, transformando-se numa preocupação global, no que se refere à preservação ambiental. Conceitos como sustentabilidade e construção civil passaram a ser imprescindíveis em quaisquer empreendimentos. Além da competitividade inerente ao setor, começam a surgir consumidores cada vez mais conscientes e exigentes, proporcionando a implantação do conceito de sustentabilidade na construção civil. A partir desse pressuposto, buscamos a análise dos impactos ambientais ocasionados pela extração de agregados para a construção civil no município foco desta pesquisa. Com a realização da pesquisa de campo, compreendida pela visita aos pontos de extração de agregados, denominados jazidas, foi possível determinar o nível de comprometimento dos mananciais e recursos hídricos e de suas matas ciliares. Também foi realizado um estudo comparativo com os índices pluviométricos, comparando dados históricos e visualizando suas alterações, e sua relação com a extração de agregados. Portanto, devido à pequena demanda pelo agregado e à sua grande disponibilização na natureza, identificamos que no município de Paraíso do Tocantins a extração de agregados para a construção civil, ainda, não provoca impactos ambientais irreversíveis.

Palavras-chave: Extração de areia, impactos ambientais, sustentabilidade.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Luciano Alves. **Environmental impacts caused by the extraction of aggregates in the city of Paraíso do Tocantins-TO**. 70 f. TCC (Under Graduation) – Civil Engineering, Centro Universitário Luterano de Palmas – CEUP/ULBRA, Palmas, 2016.

The objective of this project is to check the problem of aggregate extraction in order to reduce environmental impacts on soil, water resources and rainfall in the city of Paraíso do Tocantins-TO. The building, in the past decade, has undergone a significant evolution, becoming a global concern, with regard to environmental preservation. Concepts such as sustainability and construction have become indispensable in any developments. Besides the inherent competitiveness in the sector, begins to emerge consumers increasingly aware and demanding, providing the implementation of the concept of sustainability in construction. From this assumption, we sought to analyze the environmental impacts caused by the extraction of aggregates into the construction industry in the focus city of this research. With the completion of the field research, understood by visiting the aggregates extraction points denominated deposits, it was possible to determine the level of commitment of water sources and water resources and its riparian forests. It was also carried out a comparative study with the rainfall, comparing historical data and viewing its changes, and its relationship with aggregate extraction. Therefore, due to the small demand for aggregate and its great availability in nature, we identified that in the city of Paraíso do Tocantins the aggregates extraction for construction also does not cause irreversible environmental impacts.

Keywords: Sand extraction, environmental impacts, sustainability.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Mapa de extração de agregados no município de Paraíso do Tocantins. Fonte: Google Earth, 2016..... | 32 |
| Figura 2 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016..... | 34 |
| Figura 3 – Ribeirão do Coco, local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. . | 35 |
| Figura 4 – Ribeirão do Coco, local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. . | 36 |
| Figura 5 – Mata ciliar preservada as margens do ribeirão. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 36 |
| Figura 6 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016..... | 37 |
| Figura 7 – Ribeirão do Coco, local de extração de areia, com a mata ciliar preservada. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 38 |
| Figura 8 – Ribeirão com mata ciliar preservada. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 38 |
| Figura 9 - Depósito de areia para retirada no período chuvoso. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 39 |
| Figura 10 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016..... | 40 |
| Figura 11 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016..... | 41 |
| Figura 12 – Mata ciliar preservada no local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 41 |
| Figura 13 – Mata ciliar preservada no local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 42 |
| Figura 14 – Equipamento utilizado na extração de areia (draga). Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 42 |
| Figura 15 – Local de depósito de areia para utilização no período chuvoso. Fonte: Autor, fevereiro de 2016..... | 43 |
| Figura 16 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016..... | 44 |
| Figura 17 – Mata ciliar no Ribeirão São Jorge, local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016..... | 44 |
| Figura 18 – Deposito de areia para utilização no período chuvoso. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 45 |
| Figura 19 – Equipamento utilizado na extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. . | 46 |
| Figura 20 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016..... | 46 |
| Figura 21 – Mata ciliar preservada no local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 47 |
| Figura 22 – Mata ciliar preservada no local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 48 |
| Figura 23 – Local destinado ao depósito de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 48 |
| Figura 24 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016..... | 49 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 25 – Deposito localizado próximo ao local de extração da areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016..... | 50 |
| Figura 26 – Ribeirão São José, local de extração. Fonte: Autor, fevereiro de 2016..... | 50 |
| Figura 27 – Local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 51 |
| Figura 28 – Draga utilizada na extração da areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016. | 51 |
| Figura 29 – Localização das estações meteorológicas. Fonte: Google Earth, 2016. | 55 |
| Figura 30 – Precipitação média anual. Fonte: TOCANTINS, 2012. | 56 |
| Figura 31 – Histórico de precipitação (mm/mês) meses de maior volume anual de chuva, de 2005 a 2015. Fonte: INMET, 2016. | 57 |
| Figura 32 – Histórico de precipitação (mm/mês) meses de menor volume anual de chuva, de 2005 a 2015. Fonte INMET, 2016. | 58 |
| Figura 33 – Histórico de precipitação (mm/mês) meses de maior volume anual de chuva, de 2005 a 2015. Fonte INMET, 2016. | 59 |
| Figura 34 – Histórico de precipitação (mm/mês) meses de menor volume anual de chuva, de 2005 a 2015. Fonte INMET, 2016. | 60 |
| Figura 35 – Histórico de precipitação (mm/anos) estações meteorológicas de Palmas e Porto Nacional, série histórica de 2005 a 2015. Fonte: INMET, 2016. | 61 |
| Figura 36 – Esquema para a medição de vazão em rio com flutuador. Adaptado de: UFRRJ (2016). | 62 |
| Figura 37 – Realização da medição de vazão. Fonte: Autor, abril de 2016. | 63 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Chaves para caracterização dos impactos ambientais. | 16 |
| Quadro 2 – Pontos de extração de agregados no município de Paraíso do Tocantins-TO.. | 33 |
| Quadro 3 – Precipitação Total – Estação Meteorológica de Palmas. | 57 |
| Quadro 4 – Precipitação Total – Estação Meteorológica de Porto Nacional. | 59 |
| Quadro 5 – Comparativo entre as vazões e precipitações no período da solicitação e as atuais. | 64 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------------|------------------------------------------------------|
| BDMEP | Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| DNPM | Departamento Nacional de Produção Mineral |
| EIA | Estudo de Impacto Ambiental |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia |
| LI | Licença de Instalação |
| LO | Licença de Operação |
| LP | Licença Prévia |
| NATURATINS | Instituto Natureza do Tocantins |
| PCA | Plano de Controle Ambiental |
| PVC | Policloreto de Vinil |
| RCA | Relatório de Controle Ambiental |
| RCC | Resíduos de Construção Civil |
| RCD | Resíduos de Construção e Demolição |
| RIMA | Relatório de Impacto Ambiental |
| SISNAMA | Sistema Nacional do Meio ambiente |
| SNVS | Sistema Nacional de Vigilância Sanitária |
| SUASA | Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária |

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1. Problema | 14 |
| 1.2. Objetivos..... | 14 |
| 1.2.1. Objetivo Geral | 14 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos | 14 |
| 1.3. Justificativa e importância do Trabalho | 15 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 16 |
| 2.1. Impactos Ambientais..... | 16 |
| 2.2. A Construção Civil no Brasil | 17 |
| 2.3. A Sustentabilidade e a Construção Civil | 19 |
| 2.4. Degradação Proveniente da Extração de Agregados | 20 |
| 2.5. Extração de Agregado Miúdo – Areia | 22 |
| 2.6. Aspectos institucionais da extração de agregados | 25 |
| 2.7. Degradação dos Mananciais e Cursos D'água..... | 26 |
| 2.8. Caracterização do Município de Paraíso do Tocantins-TO..... | 28 |
| 3. METODOLOGIA..... | 30 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 32 |
| 4.1. Análise dos locais de extração de agregados para a construção civil..... | 34 |
| 4.1.1. Jazida 01 | 34 |
| 4.1.2. Jazida 02 | 37 |
| 4.1.3. Jazida 03 | 39 |
| 4.1.4. Jazida 04 | 40 |
| 4.1.5. Jazida 05 | 43 |
| 4.1.6. Jazida 06 | 46 |
| 4.1.7. Jazida 07 | 49 |
| 4.1.8. Características dos agregados (areia) encontrados nas jazidas | 52 |
| 4.2. Métodos alternativos para extração de agregados..... | 53 |
| 4.3. Análise das alterações nos índices pluviométricos ocasionados pela degradação dos mananciais | 54 |
| 4.3.1. Estação Meteorológica de Palmas | 56 |
| 4.3.2. Estação Meteorológica de Porto Nacional..... | 58 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.3. Comparativo entre as estações e conclusões | 60 |
| 4.4. Nível de comprometimento dos mananciais hídricos pela extração de agregados..... | 62 |
| 4.3.1. Comparativo entre as vazões de projeto e as vazões atuais | 63 |
| 4.3.2. Impactos ambientais provocados pela extração de agregados..... | 65 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 67 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 68 |

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por finalidade a análise dos impactos ambientais provocados pela extração de agregados no município de Paraíso do Tocantins-TO, tendo como foco principal a extração de areia para a construção civil, nos mananciais e ribeirões, ocasionando danos irreparáveis à natureza, quando feita de maneira desordenada e irresponsável.

Os agregados para a construção civil, no Brasil, representam apenas um segmento do setor mineral. Ele é utilizado como matéria-prima para a indústria da construção civil. Os principais são a areia e a rocha britada, entre outros. Sua utilização está relacionada em misturas que compõem o concreto e a argamassa. (DNPM, 2001).

A utilização de agregados no Brasil teve sua origem no início do século XX, com a pedra britada. Entretanto este uso era em pequena escala, pois as construções eram em número muito pequeno e, menos ainda, o uso de concreto e argamassa. A areia começa a ser utilizada na década de 40, juntamente com a pedra britada, com o início da expansão da cidade de São Paulo, com a finalidade de suprir a crescente demanda de concreto. (PARANÁ, 1999).

A areia, agregado de grande utilização na construção civil, teve sua extração acentuada, em conjunto com o grande avanço da área nos últimos 10 anos. Tem se tornado o grande vilão da degradação do meio ambiente, em especial dos cursos d'águas.

Devido ao pequeno valor agregado, a areia necessita que sua extração seja sempre muito próxima às cidades. Com isso, os impactos provocados por sua extração, também se apresentam próximos aos centros urbanos. Esta característica intensifica a degradação dos cursos d'água, podendo afetar até o abastecimento de água potável à população.

Diante disso, foi realizada uma análise destes impactos, pois a extração de areia possui grande potencial impactante. Tal análise foi realizada com vistas a detectar os problemas e, com isso, propor soluções menos prejudiciais ao meio ambiente, provocada pelo avanço da construção civil.

Como complemento, foi realizada uma análise da degradação ambiental provocada aos mananciais e ribeirões do município, ocasionando erosões,

assoreamento e alterações dos leitos. A partir desta análise, com a verificação dos impactos ocasionados pela degradação, foi realizada uma análise da interferência provocada aos cursos d'água.

Para realização desta análise foram utilizados dados constantes na legislação ambiental e literaturas pertinentes ao tema, bem como levantamento in loco da atual situação em que se encontram os mananciais que são utilizados para a extração.

Outro fator avaliado neste trabalho foi a interferência ocasionada pela degradação dos cursos d'água nos índices pluviométricos do município, no período estabelecido para a realização da pesquisa, ou seja, nos últimos 10 anos. Estes dados foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

1.1. Problema

Os métodos de extração de agregados no município de Paraíso do Tocantins-TO precisam melhorar em alguns aspectos para reduzir os impactos ambientais nos mananciais hídricos. Será que as metodologias de extração dos agregados menos agressivas aos recursos hídricos podem reduzir o processo de degradação dos mananciais?

1.2. Objetivos

Os objetivos desta pesquisa estão classificados em geral e específicos, e são descritos a seguir.

1.2.1. Objetivo Geral

Verificar a problemática da extração de agregados tendo em vista a redução dos impactos ambientais no solo, nos recursos hídricos e nos índices pluviométricos no município de Paraíso do Tocantins-TO.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Analisar a extração de agregados para a construção civil no município de Paraíso do Tocantins-TO;
- b) Apresentar os procedimentos de sistemas alternativos para a extração de agregados;

- c) Determinar o nível de comprometimento dos mananciais hídricos pela extração de agregados;
- d) Verificar alterações nos índices pluviométricos ocasionadas pela degradação dos mananciais.

1.3. Justificativa e importância do Trabalho

Com o avanço da construção civil no Brasil, nos últimos 10 anos, a extração de agregados alcançou níveis significativos. Com o objetivo de verificar os impactos ambientais provocados pela extração de agregados para a construção civil, se fez necessário uma investigação nos pontos de extração, sejam eles regularizados ou ilegais.

Para minimizar estes impactos, foram apresentados métodos alternativos para a extração de agregados, buscando meios para a extração sustentável. Com a extração de agregados às margens dos mananciais são intensificados os danos, provocando assoreamento e redução no volume de água, ocasionando alterações, inclusive nos índices pluviométricos.

O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) controla todos os processos de mineração em subsolo no Brasil. Um controle deste processo, como deveria ser realizado, minimiza os impactos causados pela extração de agregados. É possível verificar que no campo desta pesquisa, principalmente, existem pontos de extração de forma legal, com autorização de uso concedida pelo DNPM.

Quando há a extração sem autorização, não existe acompanhamento de um profissional qualificado, sendo que a extração ocorre de maneira desordenada e, conseqüentemente, ocasionando danos irreparáveis aos cursos d'água. Com isso se fez necessário uma investigação das causas e conseqüências que tal processo pode provocar à natureza e, conseqüentemente, influenciar na vida da população do município de forma negativa.

Para determinar e quantificar os impactos ambientais provocados por esta extração foi realizada uma análise minuciosa dos pontos de extração. Para a realização dessa análise, tivemos como foco principal o município de Paraíso do Tocantins, localizado a 70 quilômetros da capital Palmas-TO.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Impactos Ambientais

A ação do homem no meio em que vive provoca alterações, positivas ou negativas, provocando reações diversas aos organismos que ali vivem. Essa ação, de maneira geral, provoca impactos significativos ao meio ambiente.

Impactos ambientais são “mudanças no meio ambiente, prejudiciais ou benéficas, que resultem total ou parcialmente dos aspectos ambientais... A relação entre aspectos e impactos é uma relação de causa e efeito” (NBR ISO 14001, 2004).

A Resolução nº 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 23 de setembro de 1986, em seu artigo 1º, define impacto como:

... qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e V - a qualidade dos recursos ambientais. (CONAMA, 1986).

Dentre estes fatores que afetam a natureza, que são os impactos ambientais, foram adotados chaves para a caracterização dos impactos (Quadro 1). Estas chaves possibilitam uma análise mais detalhada do meio ambiente, para uma posterior análise do grau das alterações que ele sofreu. (CONAMA, 1986).

Quadro 1 – Chaves para caracterização dos impactos ambientais.

| Chave | Característica | Conceito |
|-----------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valor | Positivo | Resulta na melhoria de um fator ou parâmetro ambiental |
| | Negativo | Resulta em um dano à qualidade de um fator ambiental |
| | Nulo | Resulta em fator cujos efeitos inexistem |
| Ordem | Direto | Resulta de uma ação simples relação de causa e efeito |
| | Indireto | Resulta de uma ação secundária (Impacto Secundário) |
| Temporalidade | Temporário | Os efeitos permanecem por um determinado tempo |
| | Permanente | Quando os efeitos não cessam num horizonte temporal |
| | Cíclico | Quando os efeitos são de forma cíclica ou periódica |
| Escala | Local | Quando afeta apenas a área local do empreendimento |
| | Regional | Quando o efeito extrapola a área do empreendimento |
| | Estratégico | Quando o efeito assume reflexo estadual ou nacional |
| Reversibilidade | Reversível | Quando o fator ambiental impactado retorna a sua condição ambiental prévia, |
| | Irreversível | Quando o fator ambiental impactado torna-se impossibilitado de retornar a sua condição prévia |

Fonte: CONAMA, 1986.

O processo construtivo da construção civil provoca impactos ambientais de grande porte, em todas as suas etapas: extração de matéria-prima para a fabricação do cimento, de telhas e tijolos, bem como a extração de agregados utilizados durante o processo, geração de Resíduos de Construção Civil (RCC) e Resíduos de Construção e Demolição (RCD). Estas etapas podem ocasionar sérios danos ao meio ambiente e à população.

A construção civil atua como uma indústria, com foco em obras de infraestrutura e/ou construção civil, produz grandes impactos ambientais, desde a extração de matérias-primas, à produção de materiais, passando pela execução dos serviços nos canteiros de obra, até a destinação final dos resíduos gerados, provocando grandes alterações na paisagem urbana e dando origem a áreas degradadas. (BARRETO, 2005).

De maneira direta ou indiretamente, a construção civil pode ocasionar impactos ambientais que afetam aspectos relativos à saúde, segurança e o bem-estar da população, atividades sociais e econômicas, a biota, condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. (CONAMA, 1986).

A construção civil tem a finalidade de proporcionar alterações ao meio ambiente para uma melhor adequação para a realização de atividades pelo ser humano. Entretanto, esta interferência realizada pela construção civil acarreta impactos ao meio ambiente. Porém, quando existe um controle por parte dos órgãos competentes e um trabalho de conscientização da população, estes impactos poderão ser reduzidos ou até mesmo extinguidos.

2.2.A Construção Civil no Brasil

No final do século passado e início do século XXI, a construção civil se transformou no maior responsável pelas mudanças no meio ambiente, provocando grandes impactos ambientais. Por outro lado, ela também é a grande responsável pelo desenvolvimento econômico que o Brasil alcançou nos últimos quinze anos.

Para garantir uma evolução sustentável e minimizar ao máximo os impactos provocados, foram criadas leis e resoluções, com o objetivo de garantir uma evolução sustentável. Cabe ao Estado garantir o bem-estar de toda a população, com uma legislação forte e eficiente e que contenha mecanismos de controle e fiscalização.

Dentre estas leis, podemos citar o Estatuto das Cidades, Lei Federal nº 10.257/2001, que estabelece normas de ordem pública e interesse social, que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Outro mecanismo de controle ambiental da construção civil no Brasil é a Resolução CONAMA nº 307/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Esta resolução garante que os impactos ambientais causados pela construção possam ser minimizados. Define também conceitos a serem utilizados no processo de construção civil, como agregado reciclável, diminuindo a necessidade de extração na natureza.

No início da década atual, passa a vigorar a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, definiu o termo resíduo de construção civil, no Artigo 13, inciso I, como “os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”.

A Lei nº 12.305/2010, em seu art. 3º, inciso XIV, define:

Reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa; (BRASIL, 2010).

O processo de reciclagem de materiais consiste num meio de minimizar os impactos ambientais provocados pela construção civil, tornando-a uma construção sustentável.

2.3.A Sustentabilidade e a Construção Civil

Com o propósito de fomentar o desenvolvimento econômico, erradicar a pobreza e promover o crescimento do país, adota-se métodos, na maioria das vezes, desrespeitando o meio ambiente, ocasionando degradações irreversíveis. A sustentabilidade e a preservação ambiental são taxadas como entrave ao desenvolvimento econômico.

Segundo Roth e Garcias,

... o modelo de construção civil praticado no Brasil, em toda a sua cadeia de produção, ocasiona vários prejuízos ambientais, pois, além de utilizar, amplamente, matéria-prima não renovável da natureza e consumir elevadas quantidades de energia, tanto na extração quanto no transporte e processamento dos insumos, é também perdulário no uso dos materiais e considerado grande fonte geradora de resíduos dentro da sociedade. (ROTH e GARCIAS, 2009).

Desta maneira, adota-se uma postura não sustentável, com o pensamento de que os recursos naturais são ilimitados, não se importando com a degradação ocasionada pela retirada de agregados e com o destino final dos resíduos produzidos pela construção civil.

Os impactos provocam a formação de áreas degradadas, que ocorrem em três etapas: na etapa inicial, com a retirada de matéria-prima natural que é utilizada na fabricação de insumos, como o cimento, os tijolos, as telhas, entre outros; na etapa de execução das obras civis, propriamente ditas, com geração de poluição sonora, visual e conceitual; e por fim, na fase de disposição final dos resíduos gerados pela construção e sua disposição correta ou não na natureza. (ROTH e GARCIAS, 2009).

Para minimizar os impactos e reduzir as áreas degradadas, podem-se adotar mecanismos para proporcionar uma retirada de matéria-prima de forma sustentável, reduzindo a degradação provocada pela etapa inicial. Por outro lado, técnicas e métodos construtivos mais eficientes reduzem o desperdício na fase de execução dos projetos. E, por fim, técnicas de reciclagem de materiais diminuem os impactos na fase de disposição dos resíduos gerados pela construção civil.

A construção civil sustentável busca o equilíbrio entre a produção e a preservação ambiental. Há a necessidade de extração de agregados para fomentar o desenvolvimento econômico. Porém se a extração não for controlada os impactos ambientais ocasionados serão irreparáveis, causando danos profundos nos cursos d'águas.

2.4. Degradação Proveniente da Extração de Agregados

Para SÁNCHEZ (2013), degradação ambiental consiste em “qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou como uma alteração adversa da qualidade ambiental”. Ou seja, a degradação ambiental consiste na produção de impacto ambiental negativo. A degradação refere-se ao estado de alteração de um ambiente e/ou a qualquer tipo de ambiente. Este impacto negativo atinge tanto o espaço físico como o sociocultural.

BITAR (1997), em sua tese de doutorado, pela Universidade de São Paulo, apresenta um conceito, que proporciona um melhor entendimento acerca da situação de degradação provocada pela extração de agregados. Ele apresenta um entendimento claro acerca da degradação.

O conceito de degradação tem sido geralmente associado aos efeitos ambientais considerados negativos ou adversos e que decorrem principalmente de atividades ou intervenções humanas. Raramente o termo se aplica às alterações decorrentes de fenômenos ou processos naturais. O conceito tem variado segundo a atividade em que esses efeitos são gerados, bem como em função do campo do conhecimento humano em que são identificados e avaliados. (BITAR, 1997).

No âmbito da construção civil, a degradação tem sido um tema presente nas discussões. A extração de agregados tem sido o principal foco desta discussão, pois devido ao grande crescimento da área, houve aumento significativo de extração e, conseqüentemente, da degradação.

A extração de agregados miúdos nos leitos dos rios ou em várzeas tem ocasionado grandes impactos, provocando a degradação do meio ambiente, como a erosão, a destruição das matas ciliares e, conseqüentemente, o assoreamento dos cursos d'água.

As extrações de agregados para uso na construção civil, principalmente pelas empresas que não possuem licença para extração, ou mesmo por construtores individuais, quando não existe acompanhamento de um profissional habilitado, existe a possibilidade de destruir o espaço físico, transformando-o em área degradada, ou seja, espaços onde a natureza não consegue retornar ao seu aspecto original.

Uma parcela significativa dos empreendimentos de areia e argila atuam de forma ilegal. Tal fator ocorre por desconhecimento da legislação por parte dos mineradores ou mesmo conhecendo, não se habilitam. Ao atuarem de forma ilegal estão dispensando o acompanhamento técnico de um profissional habilitado e com conhecimento necessário para conduzir e orientar o mineiro à redução ou mesmo a extinção dos impactos ambientais.

Para ROTH e GARCIAS (2009),

... é possível verificar a degradação “quando elementos naturais como fauna, flora, solo e corpos d’água sofrem alterações, juntamente com as características biológicas, físicas e químicas do local.

O grande problema das extrações irregulares de agregados para uso na construção civil, consiste no aumento da possibilidade de danos à natureza, principalmente na vazão e qualidade do sistema hídrico, ocasionando danos irreparáveis ao meio ambiente. (Duarte e Bueno, 2006, apud ROTH e GARCIAS, 2009).

Todos estes impactos se intensificam, quando o processo de extração ocorre de maneira ilegal, desordenada e sem acompanhamento de um profissional habilitado ou controle dos órgãos de fiscalização, como o DNPM, entre outros.

Segundo LELLES, o processo de extração de agregados em cursos d’água pode ocasionar ao meio ambiente vários aspectos negativos. Dentre eles podemos citar:

Aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso d’água, em virtude do surgimento de fenômenos erosivos, decorrentes da exposição do solo às intempéries; Contaminação do curso d’ água causada pelos resíduos (óleos, graxas, lubrificantes) provenientes de maquinarias utilizadas nos diferentes tipos de

operações; Aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso d' água, devido ao atrito do material mineral com o corpo líquido, durante o processo de extração de areia; Alteração da calha original dos cursos d' água, em virtude do uso de equipamentos de extração de areia nos leitos dos rios; Possibilidade de interferência na velocidade e direção do curso d' água, tendo em vista a eliminação de bancos de sedimentos presentes nos leitos dos rios; Desregularização da vazão dos cursos d' água, devido à erradicação da cobertura vegetal e da compactação do solo; e Diminuição da possibilidade de usos múltiplos da água, tendo em vista o aumento da sua turbidez e a possibilidade de sua contaminação. (LELLES, ET AL, 2005).

A extração de agregados pode ocasionar à natureza danos irreparáveis e, conseqüentemente, em virtude desta extração ocorrer, na maioria dos casos, nos barrancos dos cursos d' água, o comprometimento do abastecimento de água o município e de toda a região circunvizinha ao ponto de extração. A extração deve acontecer de forma controlada e com acompanhamento de um profissional qualificado.

Segundo AZEVEDO, RIBEIRO E SILVA (2009), um dos impactos significativos na extração de areia é a alteração da calha original dos cursos d' água, ocasionada pelo uso de equipamentos que levam à desagregação do solo no leito do rio. Isso provoca a eliminação de barreiras naturais, produzindo banco de sedimentos, interferindo na velocidade e na direção.

2.5. Extração de Agregado Miúdo – Areia

Os agregados provenientes de pedregulho ou pedra britada e areia natural representam grande parte dos materiais utilizados na construção civil. Os processos de reaproveitamento de insumos, reutilizando-os em substituição aos agregados naturais, ainda é pouco significativo dentro da construção civil.

Dentre estes agregados naturais, um de grande utilização é a areia. Ela está classificada como agregado miúdo e é um dos principais insumos utilizados na elaboração do concreto, que é bastante aplicado na construção civil, de uma maneira geral.

Os agregados miúdos são compostos pelas areias, sendo elas finas ou grossas, conforme determinados pela NBR NM 248/2003. São minerais formados predominantemente de quartzo e modificados a partir de alterações em rochas ricas neste mineral. A areia é um dos principais componentes do concreto. Ela é também um elemento essencial para a construção civil, o que a torna a matéria-prima de maior consumo mundial, quando nos referimos à construção civil. O uso da areia é definido pelas propriedades dos mais variados tipos encontrados na natureza e são os fatores que definem a sua utilização. (PARANÁ, 1999.)

A extração de agregados, especificamente agregado miúdo, também conhecido como areia, necessário para a construção civil, traz vários impactos ambientais negativos. Dentre estes impactos podemos citar a destruição da mata ciliar, o afugento de animais, a poluição das águas e dos solos devido ao uso inadequado de combustíveis fósseis, a prática de queimadas que visam acabar com a cobertura vegetal, a alteração dos cursos dos rios, bem como de sua profundidade, alterando a velocidade de escoamento dessas águas. (ANNIBELLI, 2008).

Para JÚNIOR (2004), extração de areia nos leitos de rios, ribeirões, nascente, enfim cursos d'água, ocasiona grandes impactos, como "poluição das águas, causada pela agitação de sedimentos finos (argilas e silte)..." Quando esta extração se dá nas encostas, principalmente em mananciais de pequeno porte, onde se utiliza o processo de retirada das areias nos barrancos, "o que favorece a erosão, o assoreamento de cursos de água, os desmatamentos, com a conseqüente destruição das matas e florestas da região, a perda de solo orgânico, etc." Este aspecto contribui ainda para o comprometimento de fatores como o aumento nos índices de evapotranspiração e diminuição nos índices pluviométricos.

Para PFALTZGRAFF (1994),

Aparentemente a extração de areia devido as suas características de material inerte, não deveria causar grandes danos ao meio ambiente. Todavia, o grande volume de material que deve ser extraído para tornar a atividade lucrativa e a utilização de métodos de lavra inadequados, criam problemas irreversíveis, que se traduzem de forma genérica por alterações no modelado do relevo, pela destruição da vegetação que recobre as superfícies arenosas,

eliminação da fauna local, alterações na geometria dos cursos de água e alterações climáticas. (PFALTZGRAFF, 1994).

O crescimento da construção civil no Brasil, nos últimos 10 anos, intensificou em muito este problema, principalmente em relação à utilização de métodos inadequados e sem acompanhamento técnico. Dentre estes problemas, citamos a interferência nos cursos d'água, provocando impactos irreversíveis.

A areia é extraída do leito dos cursos d'água por meio de um processo chamado de dragagem, que consiste na utilização de bombas de sucção, com a finalidade de retirar a areia e armazená-la para posterior utilização como agregado miúdo, na construção civil. Este processo pode ser intensificado, quando a extração ocorre nos barrancos e não no leito, pois o assoreamento se torna outro fator a ser observado, e de forma negativa.

As dragas são equipamentos com baixo custo. São compostas por um conjunto motor a diesel ou elétrico e por uma bomba centrífuga, que é responsável pela sucção, acoplados em uma plataforma em madeira ou aço, acondicionada em cima de tambores, e que flutua dentro do rio ou ribeirão onde é realizada a extração da areia.

Após o período de extração da areia, ocorre o processo de armazenamento e transporte do agregado. O armazenamento pode ser temporário, quando aguarda o processo de drenagem natural, ou permanente, que recebe a areia já seca e pronta para o armazenamento.

Entretanto, este processo ocasiona grandes impactos ao meio ambiente, como o aprofundamento do leito dos cursos d'água, rebaixamento dos barrancos e, conseqüentemente, ocasionando o assoreamento dos mesmos, poluição orgânica e química da água, entre outros. Num estágio mais avançado pode ocasionar até mesmo, a extinção do curso d'água.

Outro fator relevante ocorre quando os depósitos se encontram próximos aos ribeirões, ocasionando o desmatamento de matas ciliares, levando a um processo de assoreamento do curso d'água, por falta de vegetação com a finalidade de proteger o manancial.

2.6. Aspectos institucionais da extração de agregados

Para a extração de agregados nos leitos dos rios é necessário autorização, pois os recursos minerais pertencem à União. A Constituição Federal, em seu artigo 20, inciso IX, relata que “são bens da União: os recursos minerais, inclusive os do subsolo” (BRASIL, 1988). A sua exploração por terceiros depende de autorização do governo, conforme está descrito no artigo 176, §1º:

As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

§ 1º - A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o "caput" deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas. (BRASIL, 1988).

O órgão responsável pela concessão de lavra é o Ministério das Minas e Energia, por meio do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. O interessado apresenta o relatório de pesquisa mineral e o plano de aproveitamento econômico para análise. Em seguida, solicita a licença ambiental para o empreendimento. No caso específico de minerais de classe II (minerais de uso direto na construção civil) existe uma exceção, ou seja, por meio do sistema de licenciamento, onde o interessado pode fazer o requerimento à Prefeitura Municipal e ao órgão responsável pela licença ambiental. Feito isto, é necessário apenas realizar o registro da licença no DNPM. (PARANÁ, 1999).

O processo de extração e o uso de substâncias minerais na construção civil, na forma de agregados é regulamentado pela Lei 8.982 de janeiro de 1995:

Poderão ser aproveitados pelo regime de licenciamento, ou de autorização e concessão, na forma da lei:

I - areias, cascalhos e saibros para utilização imediata na construção civil, no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação;

II - rochas e outras substâncias minerais, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins;

III - argilas usadas no fabrico de cerâmica vermelha;

IV - rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil e os calcários empregados como corretivo de solo na agricultura.

Parágrafo único. O aproveitamento das substâncias minerais referidas neste artigo fica adstrito à área máxima de cinquenta hectares." (BRASIL, 1995).

Outro fator necessário para a autorização para uso de lavra é o processo de licenciamento ambiental, que segue as regras e normas necessárias a qualquer empreendimento.

Segundo a Resolução do CONAMA 010/90, o primeiro passo é a solicitação de Licença Prévia (LP), que consiste na fase de planejamento e análise da viabilidade do projeto. É nesta fase que se deve apresentar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), denominado de EIA/RIMA. Quando se tratar dos minerais da classe II, o EIA/RIMA poderá ser substituído pelo Relatório de Controle Ambiental (RCA).

O passo seguinte é a Licença de Instalação (LI), período que consiste na implantação da mina. É necessária a apresentação do Pano de Controle Ambiental (PCA). Quando houver necessidade de desmatamento, a licença para tal se faz necessária. (CONAMA, 1990).

E por fim, deve-se solicitar a Licença de Operação (LO), mediante a comprovação da realização das alternativas apresentadas no PCA e a portaria de lavra. No caso dos minerais da classe apresenta-se o registro do licenciamento junto ao DNPM. Esta é a etapa final da concessão e consiste na implantação final do projeto e seu funcionamento. (CONAMA, 1990).

No Estado do Tocantins, os processos de licenciamento ambiental são concedidos pelo Instituto Natureza do Tocantins – NATURATINS, que foi instituído em 26 de julho de 1996, pela Lei Estadual nº 858/1996.

2.7. Degradação dos Mananciais e Cursos D'água

A escassez de recursos hídricos e sua possível degradação pela ação do homem deixaram de ser uma preocupação apenas dos ambientalistas. Hoje, esta atitude passou a ser um sério problema de saúde pública. A água é um bem natural

renovável. Entretanto com o aumento da população e com o seu uso desordenado, está levando a população buscar meios de sanar tal situação, antes que ocorra um estresse no sistema hídrico. (MORAES e JORDÃO, 2002).

Esta degradação dos recursos hídricos está relacionada com a construção civil, especificamente com a extração de agregados no leito dos córregos, ribeirões e, principalmente nas nascentes, o que pode levar à redução ou até mesmo à extinção de córregos e ribeirões.

A extração de agregados, especificamente agregados miúdos (areia), de maneira desordenada e sem acompanhamento de profissional qualificado, provoca grandes impactos ambientais nas regiões em que estão sendo retirados. Dentre os muitos impactos supracitados, a degradação dos mananciais e cursos d'água se torna o mais preocupante.

O município em que será realizada a pesquisa pertence ao bioma cerrado. E é neste bioma que se encontra a maioria das nascentes dos rios, fonte de água potável, que servem para o abastecimento da população. Também estão relacionados aos cursos d'água os fatores de influência para os índices pluviométricos, que tendem a diminuir com a degradação dos mananciais.

Para GUEDES, podemos ter problemas futuros quanto à preservação dos mananciais, caso não se realize ações preventivas pela população ou pelos órgãos de fiscalização, pois:

... as atividades relacionadas ao uso dos recursos hídricos e preservação dos recursos naturais do bioma Cerrado, devem ser pensadas e analisadas com bastante antecedência, o uso inadequado desses mananciais poderá acarretar problemas futuros para o abastecimento de água para toda essa região. (GUEDES, 2013).

No bioma cerrado a degradação dos cursos d'água sofre uma alteração significativa. Isto acontece devido às características que possui, como pouca vegetação de grande porte, pode levar à extinção de mananciais e nascente, que conseqüentemente levariam a supressão de vegetação devido à falta d'água e como conseqüência principal, ocasionaria diminuição nas chuvas, podendo alterar os índices de precipitação, causando danos irreparáveis à natureza e, posteriormente, à população da região.

Segundo Annibelli, na maioria das vezes a mineração de areia ocorre em locais onde houve ao longo dos anos deposição de material mineral. Estes materiais são depositados próximo aos cursos d'água. Quando isso ocorre no leito dos rios e ribeirões, os impactos ocasionados são menores e quase sempre reversíveis. Entretanto, quando estão próximos aos mananciais, especificamente nas matas ciliares, os impactos podem ser de grandes proporções, chegando a serem irreversíveis. (ANNIBELLI, 2008).

2.8. Caracterização do Município de Paraíso do Tocantins-TO

O município de Paraíso do Tocantins está situado às margens da uma das mais importantes rodovias do país, cortando-o de norte a sul, a Rodovia BR-153, com sua sede no quilômetro 498. Está localizado a 70 quilômetros da capital do estado, Palmas-TO, com acesso pela Rodovia TO-080. Possui uma área de 1.268,060 quilômetros quadrados, com uma população de 44.417 habitantes¹, compreendendo a sede, seus distritos e a Zona Rural.

Sua localização administrativa, em relação ao Brasil, está na Região Norte, no Estado do Tocantins. Em relação ao Estado, está situado na região central, pertencente à Região Administrativa XI – Paraíso do Tocantins, se caracterizando como o município sede, com maior nível de desenvolvimento econômico. (TOCANTINS, 2012).

O município de Paraíso do Tocantins possui dois distritos, os povoados de Santana e Santa Rosa. A cidade está dividida em dezoito bairros, que são: Chapadão, Jardim Milena, Parque dos Buritis, Jardim Paulista, Interlagos, Centro, Setor Oeste, Jardim Serrano, Aeroporto, Vila Verde, Parque das Águas, Jardim América, Nova Esperança, Santa Clara, Pouso Alegre, Nova Fronteira, Bairro Sul e Vila Regina.

O bioma predominante é o cerrado, com cerca de 90% do território, com grandes arbustos e árvores esparsas, possuindo raízes bem profundas. O bioma é subdividido em cerrado rupestre, que desenvolve sobre os afloramentos rochosos e formações savânicas, nas cabeceiras dos corpos hídricos. (TOCANTINS, 2012).

¹ Fonte: Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ano de 2010.

O clima é úmido subúmido com moderada deficiência hídrica no inverno. Possui precipitação média anual entre 1.900 e 2.000 mm/ano e evapotranspiração potencial média anual de 1.500 mm, distribuindo-se no verão em torno de 420 mm ao longo dos três meses consecutivos com temperatura mais elevada. (TOCANTINS, 2012).

O município fica localizado na linha que divide as bacias Araguaia e Tocantins, pertencendo às duas bacias, simultaneamente. Na Bacia do Araguaia, pertence à Sub-bacia do Rio do Coco e na Bacia do Tocantins, na Sub-bacia do Rio Mangues. (TOCANTINS, 2012).

Existem vários córregos e ribeirões, onde será realizada a pesquisa de campo. Dentre estes podemos citar: Ribeirão São Jorge, Córrego da Curica, Córrego da Cachorra, Córrego Cana Brava, Ribeirão São José, Ribeirão do Coco, Córrego Mumbuca e o Córrego Santa Júlia.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa teve como foco principal dois pontos: pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo. A primeira parte foi composta pela leitura e análise de artigos, livros e trabalhos científicos acerca do tema e por uma pesquisa junto aos órgãos de controle, como o DNPM e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A segunda etapa foi compreendida pela pesquisa de campo, com visita aos pontos de extração de agregados, para análise da situação in loco.

A primeira etapa da pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de livros relacionados ao tema, artigos científicos com publicação em revistas, ou site de universidades. Esta pesquisa teve como foco duas etapas, uma geral com busca a conceitos mais amplos acerca do tema e outra mais específica, visando um melhor aprofundamento com relação ao tema.

A segunda parte da pesquisa bibliográfica, que consiste na busca por índices, foi realizada junto aos órgãos de controle e informação, como o DNPM, INMET e outros. Esta etapa foi realizada em conjunto com a pesquisa de campo.

A análise foi feita pela coleta de informações junto aos órgãos ambientais e o DNPM, acerca das autorizações de extração de agregados, que as empresas venham a possuir. Com a posse destes dados foi realizado estudo sobre os impactos provocados aos mananciais, comparando a extração legal com a ilegal.

Também foi realizado um estudo com índices pluviométricos coletados nos últimos cinco anos da década passada e na década atual, fazendo um comparativo, visando à avaliação dos impactos ocasionados pela degradação dos mananciais. Esta pesquisa teve como base o Instituto Nacional de Meteorologia, o INMET.

O resultado desta pesquisa de dados, foi apresentado por meio de gráficos comparativos, tabelas com dados, tendo como ferramenta

computacional o programa Excel², e outros aplicativos que possam auxiliar na compilação dos dados.

A pesquisa de campo foi realizada no município de Paraíso do Tocantins, situado a 70 quilômetros da capital Palmas-TO. A sede do município está localizada a 347 metros de altitude em relação ao nível do mar, nas coordenadas: paralelo de 10°10'34" de latitude sul e meridiano de 48°52'00" de longitude oeste. (IBGE, 2015) O período de realização será de agosto de 2015 a julho de 2016.

Para o estudo e análise dos impactos, foi apresentado um relatório fotográfico das possíveis áreas de degradação, para em seguida propor métodos de saná-los, ou mesmo diminuir sua intensidade, tendo em vista a busca de soluções viáveis e sustentáveis.

Outro aspecto relevante nesta pesquisa foi a identificação de métodos alternativos para sanar os impactos ou até mesmo, soluções de maneira mais sustentável para o uso de agregados, principalmente o agregado miúdo, a areia, que não seja a extração nos barrancos de ribeirões e cursos d'água.

Após a verificação dos dados coletados junto aos órgãos de controle ambiental, como o DNPM, o INMET e o NATURATINS, e comparados com a situação real, por meio das visitas aos pontos de extração foi realizada uma análise da real situação em que se encontram os locais de extração. Em seguida foram apresentadas possíveis soluções, com vistas a sanar o problema, que consiste na redução ou eliminação dos impactos provocados pela extração de agregados no município, foco desta pesquisa.

Com as informações observadas in loco e com as coletadas nos órgãos de controle supracitados, apresentamos as conclusões, com vistas a contribuir para a melhoria da qualidade dos mananciais e cursos d'água, melhorando, conseqüentemente, a qualidade de vida da população do município de Paraíso do Tocantins.

² Programa do pacote Office, da Microsoft.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos últimos dez anos o município de Paraíso do Tocantins passou por grandes mudanças, com um crescente número de edificações comerciais e/ou residenciais, construídas e/ou reformadas. Com esse avanço, a extração de agregados para uso na construção civil aumentou significativamente.

Em pesquisa junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM foi possível identificar o mapa de extração de agregados, em jazidas com autorização de funcionamento, no município de Paraíso do Tocantins.



Figura 1 – Mapa de extração de agregados no município de Paraíso do Tocantins. Fonte: Google Earth, 2016.

O município conta com 07 (sete) jazidas com autorização para funcionamento no DNPM, com a finalidade de extração de areia, brita, cascalho e argila (Figura 01). A extração de argila se destina a fabricação de telhas cerâmicas vermelhas. O cascalho destina-se a aterros em edificações e utilização como agregado graúdo (brita). E, por fim, a areia, para utilização como agregado miúdo na construção civil. O foco principal deste trabalho foi a extração de agregados para a construção civil.

Dentre estes pontos de extração, 04 (quatro) estão localizados dentro do município. Os demais estão nos limites com outros municípios, como veremos a

seguir: no limite com o município de Pugmil³ existem duas jazidas e com o município de Chapada de Areia⁴, uma jazida.

Em visita aos pontos de extração, no período de 26 a 29 de fevereiro, foi possível realizar a análise da extração de agregados, de forma legalizada, dentro do município de Paraíso do Tocantins. Os pontos de extração foram denominados de jazidas, numeradas de 1 a 7, obedecendo a data de solicitação junto ao DNPM, do processo de legalização. O Quadro nº 02 apresenta as características dos locais de extração de agregados com outorga de uso do solo concedido pelo DNPM, bem como o número do processo, nome do proprietário e materiais com autorização para extração.

Quadro 2 – Pontos de extração de agregados no município de Paraíso do Tocantins-TO.

| Nº jazida | Processo | Nome do titular | Municípios | Substâncias | Tipos de Uso |
|-----------|--------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 01 | 864.246/2009 | Roberto de Sousa Gonçalves | Paraíso do Tocantins-TO | Areia Cascalho | Construção civil Construção civil |
| 02 | 864.606/2011 | Alcides Alves Teixeira | Chapada de Areia-TO/ Paraíso do Tocantins-TO | Areia Cascalho Argila Argila | Construção civil Construção civil Construção civil Cerâmica vermelha |
| 03 | 864.648/2011 | V. H. Teixeira & Filha Ltda | Paraíso do Tocantins-TO | Areia Cascalho | Construção civil Construção civil |
| 04 | 864.153/2012 | Rogério Morais Teixeira | Paraíso do Tocantins-TO | Areia Cascalho | Construção civil Construção civil |
| 05 | 864.195/2013 | Gleibe Maciel da Rocha | Paraíso do Tocantins-TO | Areia Cascalho Argila | Construção civil Construção civil Cerâmica vermelha |
| 06 | 864.186/2014 | Maria Eula Borges de Andrade Moura | Paraíso do Tocantins-TO/ Pugmil-TO | Areia Cascalho Cascalho Argila | Construção civil Construção civil Brita Cerâmica vermelha |
| 07 | 864.229/2014 | Tomaz Terto Cabral | Paraíso do Tocantins-TO/ Pugmil-TO | Areia Argila Cascalho Cascalho | Construção civil Cerâmica vermelha Construção civil Brita |

Fonte: DNPM, 2016.

³ Município de Pugmil, localizado a 103 quilômetros da capital, faz confronto com Paraíso do Tocantins no lado sul.

⁴ Município de Chapa da Areia, localizado a 110 quilômetros da capital, faz confronto com Paraíso do Tocantins a oeste.

4.1. Análise dos locais de extração de agregados para a construção civil

Após a realização da visita técnica às jazidas e com informações adquiridas junto ao DNPM foi possível analisar a extração de agregados para uso na construção civil no município de Paraíso do Tocantins-TO. A seguir apresentaremos as jazidas com suas características técnicas, fornecidas pelo regulador da produção mineral no Brasil e com as características de execução, coletadas durante a visita supracitada.

4.1.1. Jazida 01

A jazida nº 01 está registrada no DNPM, com outorga de uso, para extração de areia e cascalho, sob o processo número 864.246/2009, em nome de Roberto de Sousa Gonçalves, na condição de uso de propriedade de terceiros. Está localizada no município de Paraíso do Tocantins, às margens do Ribeirão do Coco, a 14,0 quilômetros de distância da sede do município, nas coordenadas 10°12'00"261 de latitude sul e 48°58'59"073 de longitude oeste. Possui uma área de 24,99 ha. O registro da licença foi concedido em 06/08/2010 e com validade até 30/07/2019. O responsável técnico é Ismael Nunes da Silva.

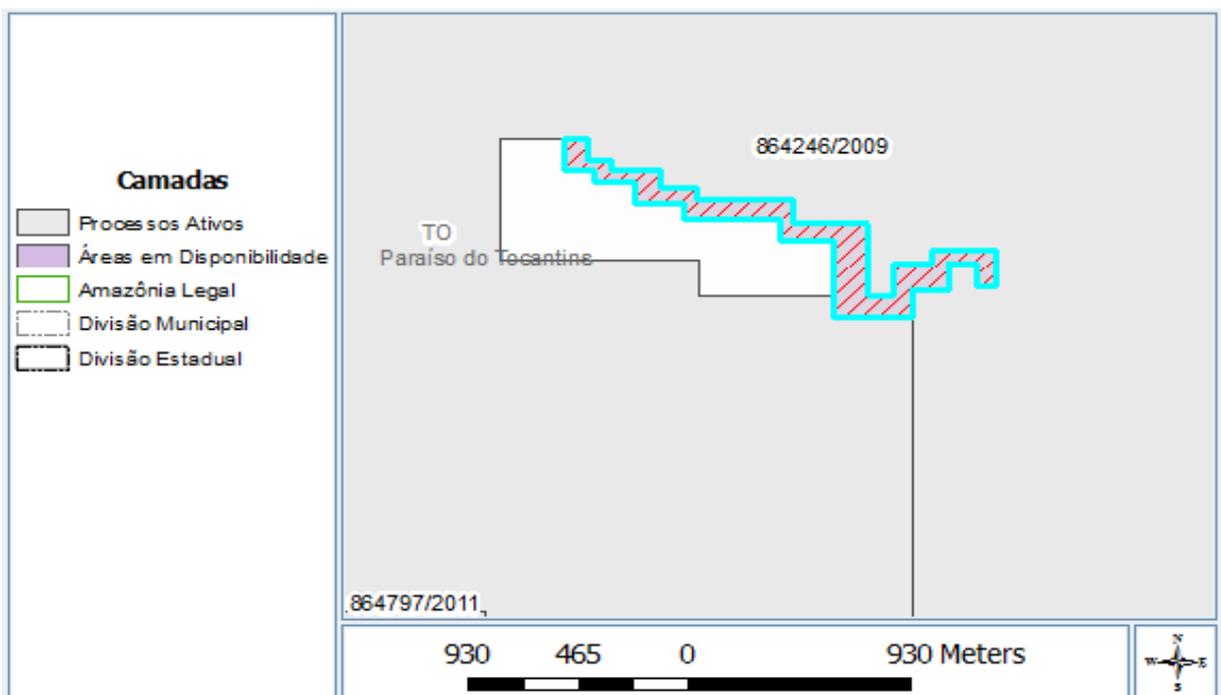


Figura 2 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016.

Observou-se que o local de extração de agregado é pequeno (Figura 03 e 04), o que ocasiona um impacto ambiental com pequenas proporções. As matas ciliares são preservadas, pois a extração se dá apenas no leito do ribeirão. As aberturas são somente para a entrada dos caminhões, como podemos observar na Figura 05. Com a preservação das matas ciliares os impactos provocados aos mananciais, praticamente inexistem.



Figura 3 – Ribeirão do Coco, local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

O processo de dragagem ocorre apenas no período seco, que compreende os meses de maio a outubro. Nos demais meses a atividade fica suspensa, devido à dificuldade de acesso ao ribeirão, pois com objetivo de reduzir impactos com a construção de estradas apropriadas, existem apenas aberturas com a finalidade de realizar o transporte da areia.

A jazida não possui depósito em áreas mais altas, o que leva o processo de extração e fornecimento de areia a ficar suspenso no período chuvoso. Entretanto o processo de extração não fica muito prejudicado, pois nesse período a construção civil passa por recessão.



Figura 4 – Ribeirão do Coco, local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

Durante o período chuvoso, compreendido entre os meses novembro a abril, a própria natureza se encarrega da recuperação. Os impactos reversíveis são poucos, podendo citar apenas a abertura de vias de acesso e a retirada da areia propriamente dita. Já os impactos irreversíveis praticamente inexistem, pois a extração ocorre apenas no leito, que com o período chuvoso se recupera normalmente.



Figura 5 – Mata ciliar preservada as margens do ribeirão. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

4.1.2. Jazida 02

A jazida nº 02 está registrada no DNPM, com outorga de uso, para extração de areia, cascalho e argila, sob o processo número 864.606/2011, em nome de Alcides Alves Teixeira, na condição de proprietário da área. Está localizada no limite dos municípios de Paraíso do Tocantins e Chapada de Areia, às margens do Ribeirão do Coco, a 22,4 quilômetros de distância da sede do município, nas coordenadas 10°12'26"651 de latitude sul e 49°03'14"411 de longitude oeste. Possui uma área de 19,26 ha. O registro da licença foi concedido em 20/11/2012 e com validade até 11/08/2021. O responsável técnico é Ismael Nunes da Silva.

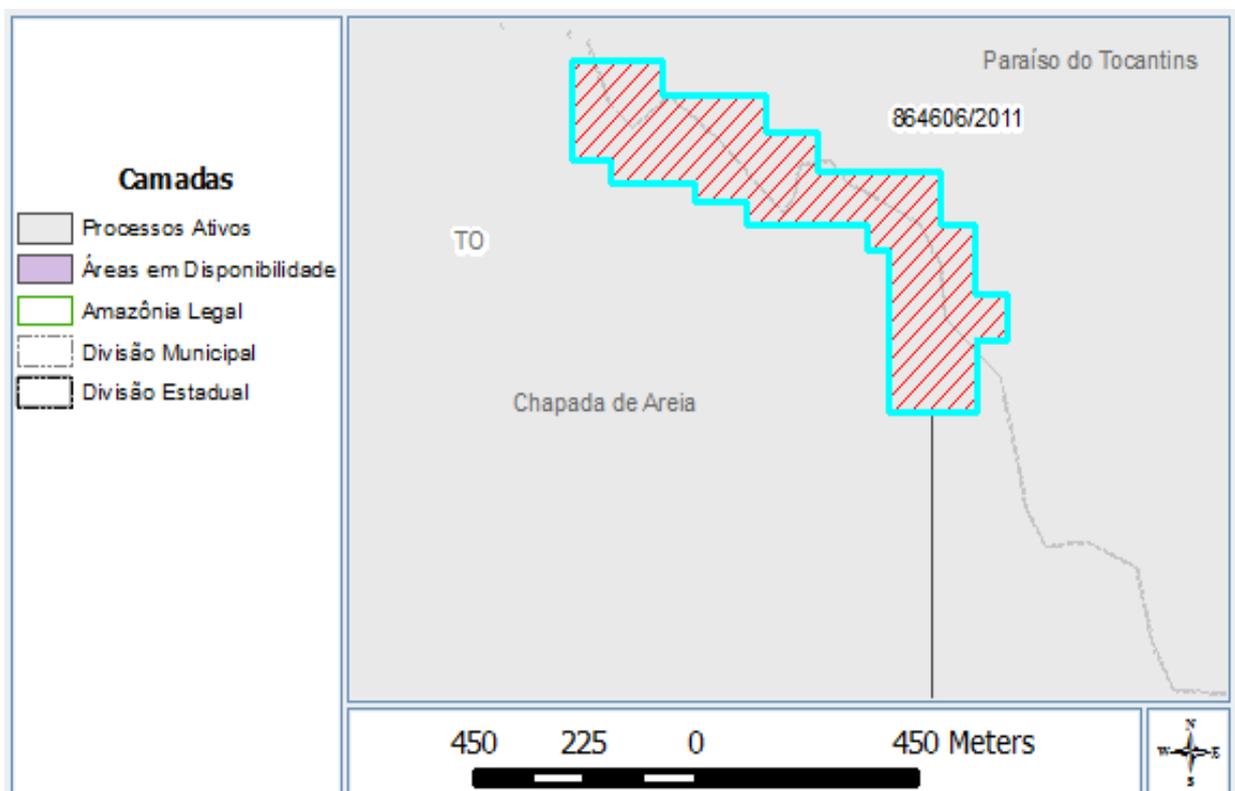


Figura 6 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016.

Durante a visita foi possível visualizar que o processo de extração de areia ocorre dentro do leito do ribeirão (Figura 07 e 08). A extração é realizada por meio de draga de sucção, acondicionada em balsa de madeira. A areia é retirada e depositada diretamente nos caminhões, para posteriormente ser levada ao depósito.



Figura 7 – Ribeirão do Coco, local de extração de areia, com a mata ciliar preservada. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

Em entrevista com o proprietário da fazenda e titular da outorga de uso do solo, o mesmo ressaltou a importância da preservação das matas ciliares. Não há desmatamentos das mesmas, sendo que o processo de dragagem ocorre em harmonia com a natureza.



Figura 8 – Ribeirão com mata ciliar preservada. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

Como na Jazida 01, o volume de areia retirado é pequeno, reduzindo o volume de impactos ao ribeirão. A extração ocorre no período seco. A jazida possui equipamentos próprios, como caminhão e retroescavadeira. Com isso, torna-se possível a estocagem em local seco, para uso durante o período chuvoso, conforme podemos observar na Figura 09.



Figura 9 - Depósito de areia para retirada no período chuvoso. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

No período chuvoso a retirada da areia é interrompida, período este, que a natureza se encarrega de repor a areia no leito do ribeirão. Também não foram observados impactos ambientais irreversíveis. Pode-se observar tranquilamente que a extração ocorre em harmonia com a natureza, tornando os impactos reduzidos ou quase inexistentes.

4.1.3. Jazida 03

A jazida nº 03 está registrada no DNPM, com outorga de uso, para extração de areia e cascalho, sob o processo número 864.648/2011, em nome de V. H. Teixeira & Filha Ltda, na condição de uso de propriedade de terceiros. Está localizada no município de Paraíso do Tocantins, às margens do Ribeirão do Coco, a 15,7 quilômetros de distância da sede do município, nas coordenadas 10°11'04"609 de latitude sul e 49°00'12"108 de longitude oeste. Possui uma área de

28,86 ha. O registro da licença foi concedido em 21/02/2013. O responsável técnico é José Cleuton Batista.

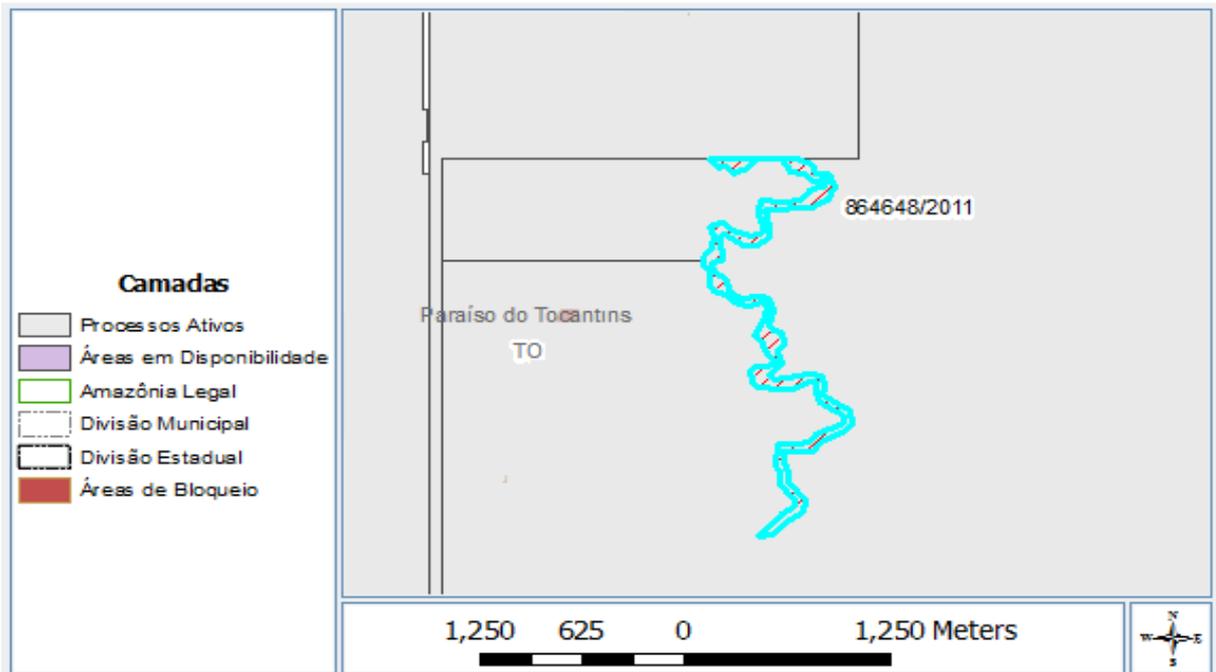


Figura 10 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016.

A jazida encontra-se desativada temporariamente. Em conversa com a proprietária da fazenda onde foi dada a outorga para extração de agregado, foi nos informado que por motivos de desacordo comercial entre ela e o titular da autorização de extração, a mesma encontra-se suspensa a aproximadamente seis meses.

4.1.4. Jazida 04

A jazida nº 04 está registrada no DNPM, com outorga de uso, para extração de areia e cascalho, sob o processo número 864.153/2012, em nome de Rogério Morais Teixeira, na condição de uso de propriedade de terceiros. Está localizada no município de Paraíso do Tocantins, às margens do Ribeirão São Jorge, a 34,9 quilômetros de distância da sede do município, nas coordenadas 10°20'15"784 de latitude sul e 48°39'45"598 de longitude oeste. Possui uma área de 46,59 ha. O registro da licença foi concedido em 14/11/2012 e com validade até 13/09/2022. O responsável técnico é José Cleuton Batista.

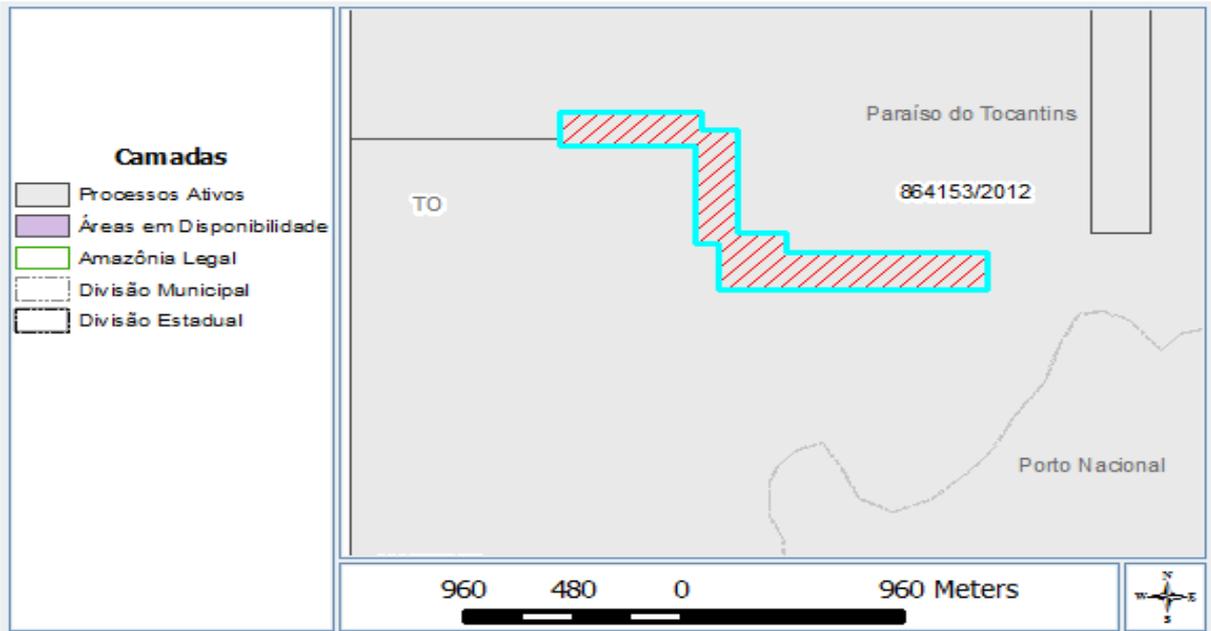


Figura 11 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016.

O local de extração de agregado é pequeno, o que ocasiona um impacto ambiental com pequenas proporções. As matas ciliares são preservadas (Figura 12), pois a extração se dá apenas no leito do ribeirão. As aberturas são somente para a entrada dos caminhões. O processo de dragagem ocorre apenas no período seco, que compreende os meses de maio a outubro. Nos demais meses a atividade de extração fica suspensa.



Figura 12 – Mata ciliar preservada no local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.



Figura 13 – Mata ciliar preservada no local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

Os impactos ambientais são de pequeno porte ou quase inexistentes. O fato da extração não acontecer em barrancos e o fato de não haver desmatamento das matas ciliares (Figura 12 e 13), contribui para redução ou quase inexistência dos impactos reversíveis. Não foram observados impactos ambientais irreversíveis.



Figura 14 – Equipamento utilizado na extração de areia (draga). Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

Em contrapartida, a jazida possui depósito em áreas mais altas, o que leva o processo de fornecimento de areia acontecer durante todo ano, conforme pode ser observado na Figura 15.



Figura 15 – Local de depósito de areia para utilização no período chuvoso. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

4.1.5. Jazida 05

A jazida nº 05 está registrada no DNPM, com outorga de uso, para extração de areia, cascalho e argila, sob o processo número 864.195/2013, em nome de Gleibe Maciel da Rocha, na condição de proprietário ou posseiro de parte da área. Está localizada no município de Paraíso do Tocantins, às margens do Ribeirão São Jorge, a 28,2 quilômetros de distância da sede do município, nas coordenadas 10°13'54"339 de latitude sul e 48°43'56"724 de longitude oeste. Possui uma área de 40,28 ha. O registro da licença foi concedido em 16/10/2013 e com validade até 01/12/2017. O responsável técnico é José Cleuton Batista.

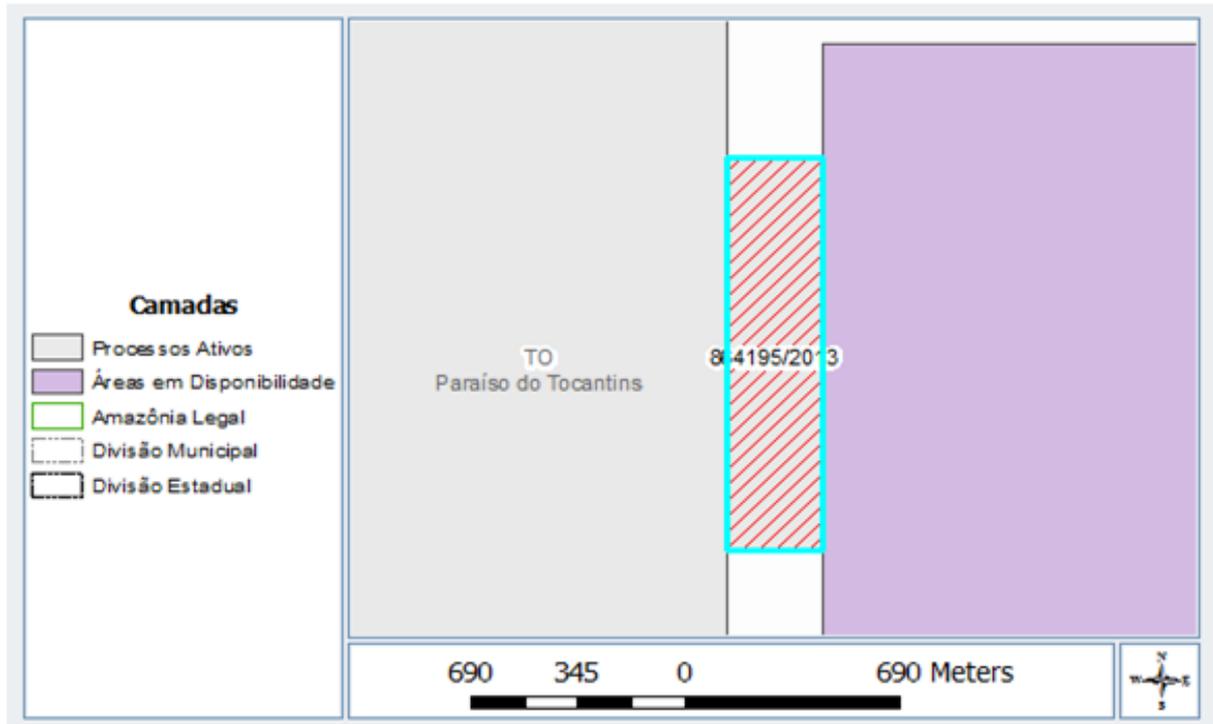


Figura 16 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016.

Durante a visita foi identificado que o processo de extração de areia ocorre apenas dentro do leito do ribeirão. Não há desmatamentos das matas ciliares (Figura 17), sendo o processo de dragagem ocorre em harmonia com a natureza.



Figura 17 – Mata ciliar no Ribeirão São Jorge, local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

O volume de areia retirado é pequeno, reduzindo o volume de impactos ambientais provocados ao ribeirão. A extração ocorre apenas no período seco, compreendendo os meses de maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro. Na jazida existe uma área em local alto e seco, com finalidade de estocar a areia, conforme Figura 18, de modo que o fornecimento de areia não seja interrompido, sendo que a atividade seja permanente, abrangendo também o período chuvoso, que compreende os meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril.



Figura 18 – Deposito de areia para utilização no período chuvoso. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

No período em que não há retirada de areia no ribeirão, período chuvoso, a própria natureza se encarrega de repor a areia do leito, reduzindo os prováveis impactos ambientais. Durante a visita foi possível observar, também, que não houve impactos ambientais irreversíveis. Pode-se observar tranquilamente que a extração ocorre em harmonia com a natureza, tornando os impactos reduzidos ou quase inexistentes.



Figura 19 – Equipamento utilizado na extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

4.1.6. Jazida 06

A jazida nº 06 está registrada no DNPM, com outorga de uso, para extração de areia, cascalho e argila, sob o processo número 864.186/2014, em nome de Maria Eula Borges de Andrade Moura, na condição de proprietária da área.

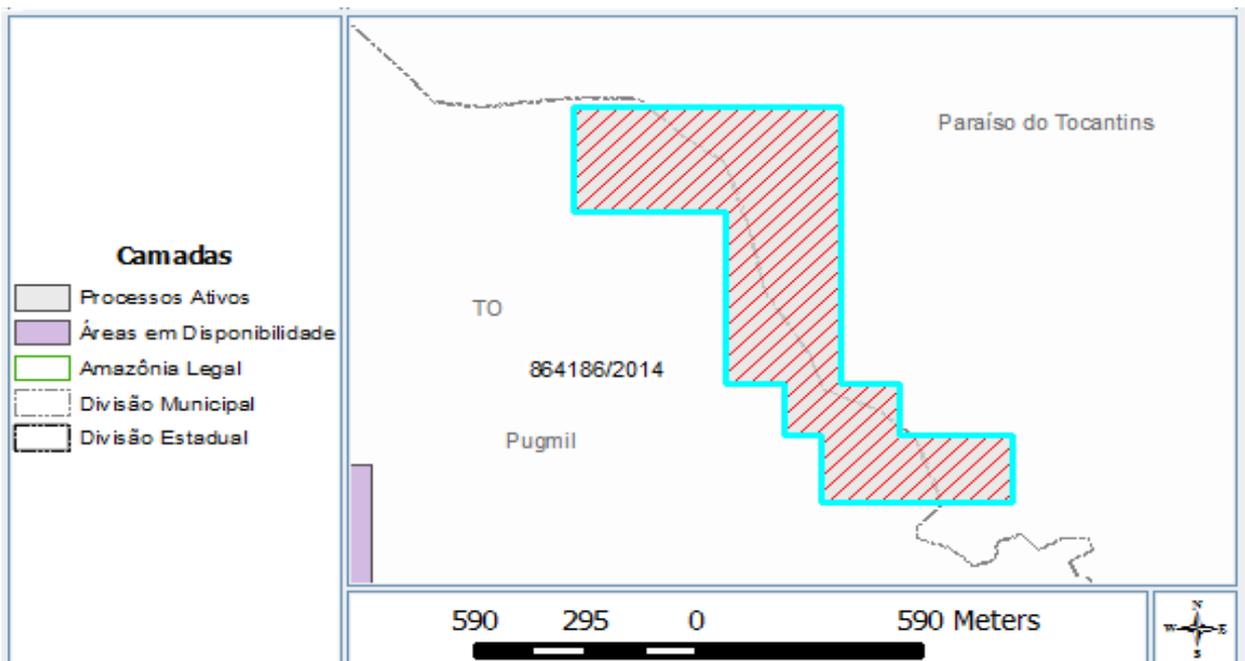


Figura 20 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016.

A jazida está localizada no limite dos municípios de Paraíso do Tocantins e Pugmil, às margens do Ribeirão São José, a 16,9 quilômetros de distância da sede do município, nas coordenadas 10°19'02"423 de latitude sul e 48°52'52"037 de longitude oeste (Figura 20). Possui uma área de 50,00 ha. O registro da licença foi concedido em 19/12/2014 e com validade até 03/12/2016. O responsável técnico é Manoel Vieira Fernandes Neto.



Figura 21 – Mata ciliar preservada no local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

A extração da areia ocorre no leito do ribeirão São José, pelo processo de dragagem, preservando a mata ciliar, como observamos nas Figuras 21 e 22. No período seco, que compreende os meses de abril a novembro, é possível que os caminhões se aproximem do local em que se encontra a draga.

Nos demais meses esse acesso fica prejudicado, pois não existem estradas com infraestrutura adequada, o que favorece o meio ambiente, reduzindo os impactos ambientais. Para sanar este problema no fornecimento da areia, existe um depósito em local alto e seco (Figura 23), que permite o acesso a qualquer período do ano, tornando o processo de fornecimento de areia contínuo.



Figura 22 – Mata ciliar preservada no local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

Devido à dragagem ocorrer apenas no período seco, e no leito do ribeirão, há um processo natural de recuperação do manancial durante o período chuvoso. Com isto, os impactos ambientais causados pela extração, podem ser classificados como reversíveis. Nesta jazida os impactos ambientais irreversíveis praticamente não existem.



Figura 23 – Local destinado ao depósito de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

4.1.7. Jazida 07

A jazida nº 07 está registrada no DNPM, com outorga de uso, para extração de areia, cascalho e argila, sob o processo número 864.229/2014, em nome de Tomaz Terto Cabral, na condição de proprietário da área. Está localizada no limite dos municípios de Paraíso do Tocantins e Pugmil, às margens do Ribeirão São José, a 41,9 quilômetros de distância da sede do município, nas coordenadas 10°24'01"114 de latitude sul e 48°48'21"102 de longitude oeste. Possui uma área de 49,95 ha. O registro da licença foi concedido em 31/03/2015 e com validade até 09/07/2017. O responsável técnico é Manoel Vieira Fernandes Neto.

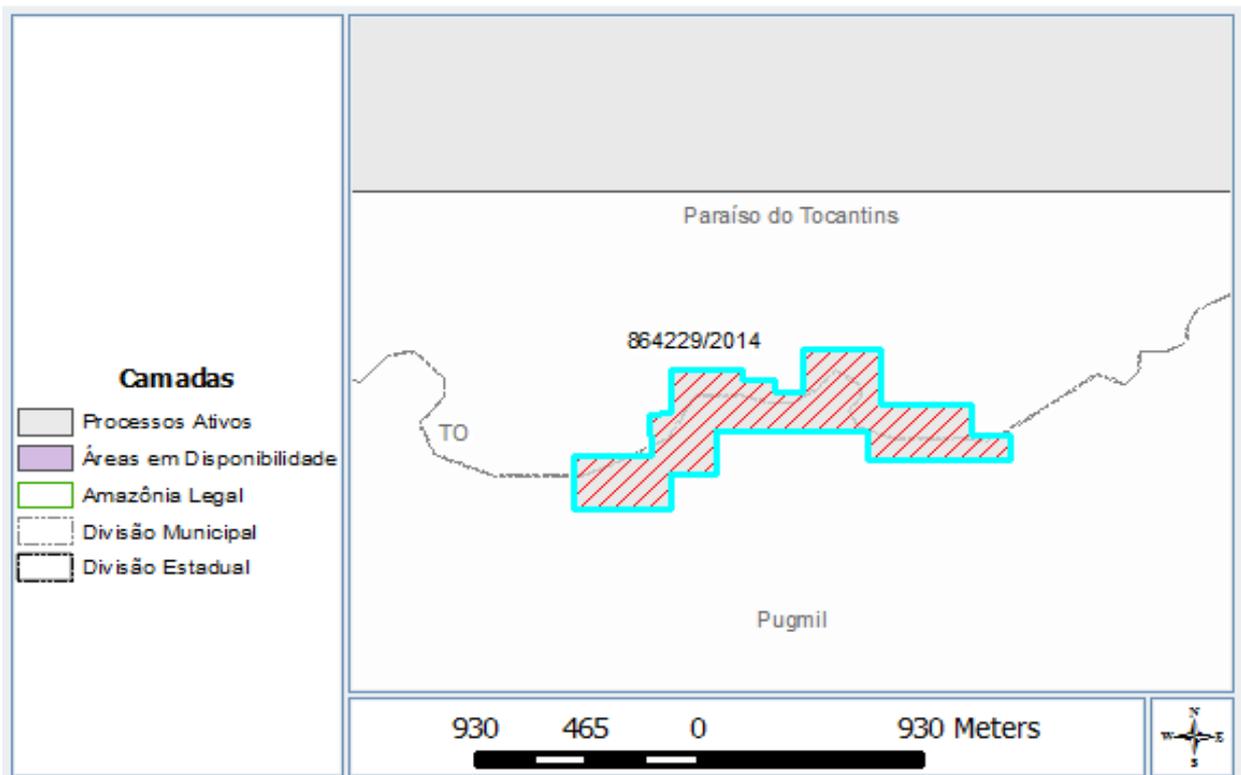


Figura 24 – Representação Gráfica da área de extração. Fonte: DNPM, 2016.

Esta jazida segue praticamente o mesmo processo de extração das demais, por meio de dragagem no leito do ribeirão. A diferença é que o depósito fica bem próximo do local de extração, sendo que após a retirada da areia a própria draga (Figura 25) conduz até o local de armazenamento, que fica um pouco mais alto, por meio de tubos em PVC.



Figura 25 – Deposito localizado próximo ao local de extração da areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

O ponto em que foram realizadas as últimas retiradas de areia se apresenta com uma peculiaridade. Segundo o proprietário da fazenda e titular da autorização de extração de areia, que reside no local desde 1957, que o ribeirão, ao longo dos anos, foi acumulando areia e alterando o seu leito. Com isso formou-se um enorme banco de areia, que preencheu este espaço deixado pelo ribeirão (Figuras 26 e 27). O objetivo dele é retirar este banco de areia e, conseqüentemente, volta-lo ao seu leito natural.



Figura 26 – Ribeirão São José, local de extração. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

Com isto, num momento inicial, pode ocasionar impactos ambientais como: represamento da água e retirada de algumas pequenas árvores que cresceram ao longo dos anos. Entretanto, em longo prazo, estes impactos serão sanados, pois o leito do ribeirão voltará ao seu local de origem. Não existem impactos ambientais irreversíveis.



Figura 27 – Local de extração de areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

O processo de retirada de areia ocorre por meio de uma bomba de sucção, acondicionada em uma balsa de madeira com, com tambores destinados a oferecerem a característica de flutuação, como podemos observar na Figura 28.



Figura 28 – Draga utilizada na extração da areia. Fonte: Autor, fevereiro de 2016.

4.1.8. Características dos agregados (areia) encontrados nas jazidas

Após a visita às sete jazidas de extração de agregados (areia) no município identificamos, de uma maneira mais rudimentar, as características dos materiais retirados. Visualizamos características como quantidade de matéria orgânica, disponibilidade de areia para extração e granulometria (areia grossa ou fina).

Dentre as jazidas visitadas, um aspecto que merece relevância nesta análise é a quantidade de matéria orgânica presente no agregado. É possível realizar esta análise por meio dos ribeirões, cujas características se repetem. De uma maneira geral, existe pouca matéria orgânica presente nos agregados. Dentre os três ribeirões onde se encontram as jazidas com outorga de uso, podemos citar o São José, especificamente a Jazida 07, como a que possui maior volume de areia e menos matéria orgânica.

O ribeirão do Coco, na Jazida 01, é o local com maior presença de matéria orgânica. Entretanto, o nível de matéria orgânica não compromete o agregado, sendo que o mesmo pode ser tranquilamente utilizado na construção civil. Ainda neste ribeirão, na Jazida 02, foi possível identificar o local de menor volume de água e, conseqüentemente, com menos areia.

Outra característica identificada durante as visitas foi a granulometria da areia⁵. Estas características dependem da jazida e do local onde ela foi retirada. Entretanto observamos que nos ribeirões que são afluentes do Rio Tocantins, São Jorge e São José, a areia possui uma granulometria maior, podendo ser considerada como areia grossa.

Em contrapartida, nos afluentes do Rio Araguaia, a areia possui uma granulometria menor, sendo consideradas areias finas. Esta característica está presente nas jazidas localizadas no ribeirão do Coco. Porém, tanto nas jazidas localizadas na bacia do Tocantins ou na bacia do Araguaia, existem pontos isolados com as características que não são predominantes.

⁵ Vale destacar que não foi realizado nenhum ensaio em laboratório para determinar a granulometria da areia, pois não consiste no foco deste trabalho. Esta análise foi realizada de maneira empírica.

4.2. Métodos alternativos para extração de agregados

Quando falamos em sistemas alternativos para a extração de agregados para a construção civil, especificamente a extração de areia por meio de dragas, que é o caso da nossa pesquisa, devemos buscar soluções para minimizar os impactos ambientais.

Um dos impactos ambientais mais presentes nos pontos de extração de areia, consiste no desmatamento das matas ciliares, com a finalidade de retirar a areia, por meio da entrada de caminhões. Neste caso os impactos são reversíveis, porém ao longo dos anos podem chegar a serem irreversíveis.

Para sanar este impacto, podemos usar o sistema alternativo composto por uma draga, com tubulações de maiores extensões, com a finalidade de evitar o desmatamento da mata ciliar. Ela realiza a sucção da areia e ao mesmo tempo realiza seu transporte até um local seco e fora do perímetro da mata ciliar.

Outro aspecto relevante dos procedimentos alternativos para a extração de agregados nos leitos dos mananciais é a retirada controlada, observando os limites de extração proporcionados pelos rios e ribeirões. Quando a extração não ultrapassa os limites do leito do ribeirão e não atinge os barrancos, a possibilidade de recuperação natural do mesmo se torna muito grande.

Como no município de Paraíso do Tocantins, que a população se encontra abaixo de 50 mil habitantes, com uma baixa demanda de agregados e grande quantidade de locais propícios para a extração, foi possível observar que neste modelo, com pequenas proporções de extração, a própria natureza se encarrega da recuperação do manancial, não ocasionando impactos ambientais irreversíveis. Ou seja, extração de forma moderada, sem grandes proporções.

Portanto, a redução no volume de extração de areia por jazida e/ou localidade, como acontece no município foco da pesquisa, se apresenta como uma alternativa para a redução ou até mesmo a extinção dos impactos ambientais, sejam eles reversíveis ou irreversíveis, ocasionados nos mananciais, em suas matas ciliares e em todo o bioma do cerrado, que é predominante no município.

4.3. Análise das alterações nos índices pluviométricos ocasionados pela degradação dos mananciais

Antes de começarmos o estudo sobre os índices pluviométricos vamos analisar o conceito de precipitação, que é a transferência da água, presente na atmosfera, que migra para a superfície terrestre. Existem diferentes tipos de precipitação, os quais são diferenciados de acordo com o estado e o tamanho das partículas de água precipitada. Os principais tipos de precipitação são: neblina, chuva, orvalho, geada, neve, granizo e saraiva. (VIOLA, 2008). Em nosso caso específico, nossa pesquisa será especificamente sobre a chuva, por meio de uma análise aos índices pluviométricos do município.

A chuva é medida por meio de aparelhos denominados pluviômetros⁶ e/ou pluviógrafos⁷, onde se faz uma aferição da altura da lamina d'água coletada em uma superfície plana e impermeável. As medidas são periódicas e realizadas diariamente, normalmente às 07 horas da manhã. Essa medida é dada em milímetros (mm).

Para nossa pesquisa utilizaremos os dados históricos coletados em locais denominados estações meteorológicas, que são administradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A série histórica de nossa pesquisa (2005 a 2015) está disponibilizada no site do INMET, no endereço <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>.

Entretanto, em nossa pesquisa foi verificado a inexistência de estação meteorológica no município de Paraíso do Tocantins, com dados históricos do período relativo à nossa pesquisa. O Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Tocantins, Campus de Paraíso, adquiriu uma estação em março de 2014. Entretanto, não possui dados suficientes para nossa pesquisa.

Segundo RASCON et al,

Muitos estudos que dependem de informações meteorológicas se veem limitados pela quantidade e qualidade de informações de clima disponíveis. Em muitas regiões do país, principalmente a região

⁶ **Pluviômetro** é um aparelho utilizado para a medição da quantidade de chuva, dotado de um recipiente metálico, com uma superfície horizontal de captação, com finalidade de captar as águas de chuva num período de 24 horas.

⁷ **Pluviógrafos** são aparelhos em que os registros possibilitam o estudo da relação entre intensidade, duração e frequência da chuva.

amazônica, se destaca pela grande deficiência de estações meteorológicas, as poucas que existem são de algumas empresas privadas, órgão do governo (INMET) e projetos de pesquisas de universidades, entretanto pela importância e pela grande extensão territorial ainda é um número bastante irrisório. (RASCON, et al, 2010).

Para este comparativo utilizaremos os dados das duas estações mais próximas do município, que são as de Palmas e Porto Nacional (Figura 29), que possuem dados históricos suficientes para a realização do estudo. Mesmo que as estações não estejam na sede do município, entretanto fazem parte da mesma microrregião, com características como bioma, relevo, clima, entre outras, semelhantes às do município de Paraíso do Tocantins.



Figura 29 – Localização das estações meteorológicas. Fonte: Google Earth, 2016.

O bioma predominante nos três municípios envolvidos na pesquisa é o cerrado. O clima nos municípios é úmido, subúmido com moderada deficiência hídrica. Segundo o Atlas do Tocantins, “essa região ocorre preferencialmente sob clima estacional, com mais de cinco meses secos, e revestindo solos lixiviados e aluminizados.” (TOCANTINS,2012).

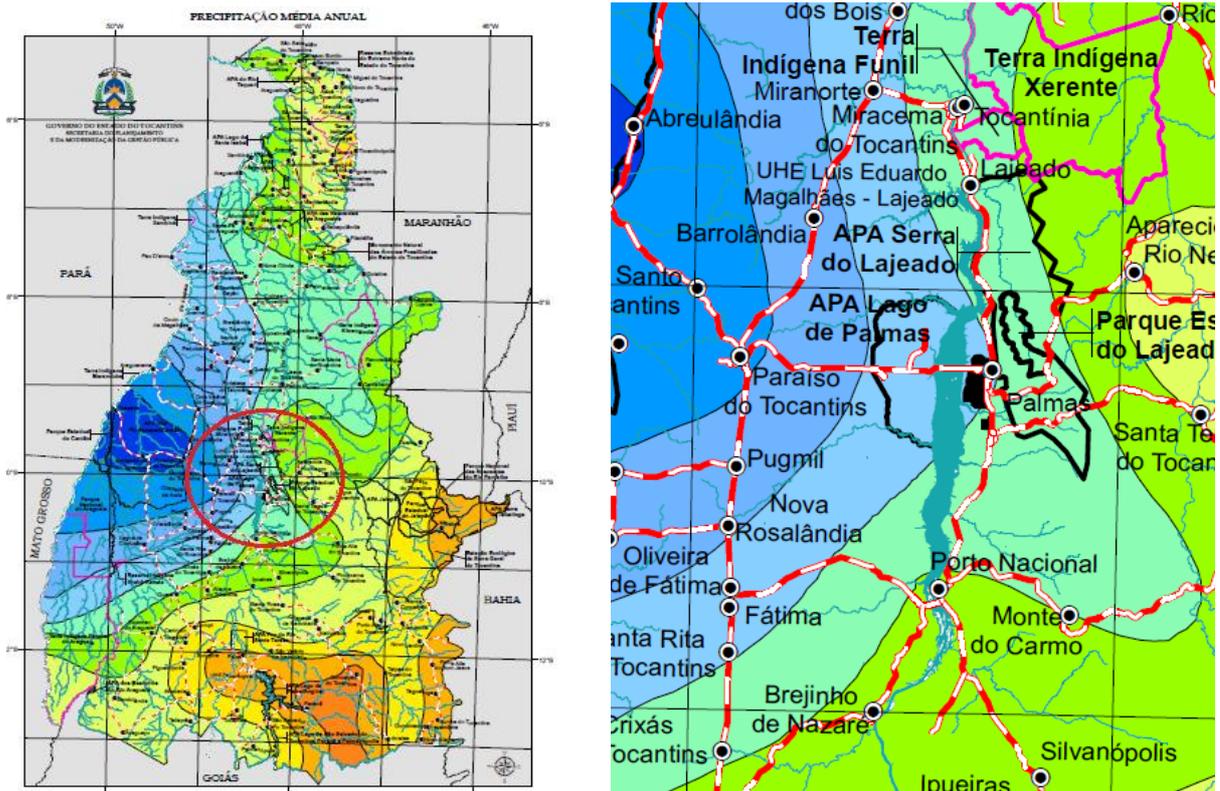


Figura 30 – Precipitação média anual. Fonte: TOCANTINS, 2012.

A precipitação média anual dos municípios em questão, conforme Figura 30, sofre uma pequena variação, ficando na faixa de 1.600 a 2.000 mm/ano. Entretanto por se tratar de precipitação média, essa pequena diferença não influenciará no comparativo que será realizado com os índices pluviométricos das estações meteorológicas de Palmas e Porto Nacional.

4.3.1. Estação Meteorológica de Palmas

Está localizada a 63,7 quilômetros, em linha reta, da sede do município. Está registrada no INMET com o número OMM: 83033 e localizada na coordenadas 10°11'24"000 de latitude sul e 48°18'0"000 de longitude oeste, a uma altitude de 280,00 metros. Ela está em operação desde 08 de outubro de 1993.

Para tanto foi realizada a comparação nos índices pluviométricos no período de 01 de janeiro de 2005 a 31 de dezembro de 2015. Tal verificação foi realizada tendo como referência dois parâmetros: meses com maior incidência de chuva, que são os meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro; e os meses com menor incidência, que são os meses de junho, julho e agosto.

Quadro 3 – Precipitação Total – Estação Meteorológica de Palmas.

| ANO/ MÊS | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| JAN | 263,2 | 174,5 | 365,1 | 292,7 | 160,1 | 436,9 | 354,2 | 378,8 | 289,1 | 291,4 | 152,6 |
| FEV | 257,9 | 313,8 | 583,2 | 272,7 | 353,8 | 206,1 | 327,3 | 247,8 | 197,2 | 281,1 | 201,3 |
| MAR | 273,4 | 402,9 | 209,1 | 294,7 | 168,7 | 462,5 | 352,4 | 121,0 | 369,4 | 363,6 | 145,3 |
| ABRIL | 179,3 | 403,8 | 84,2 | 238,2 | 130,4 | 82,8 | 218,8 | 92,8 | 105,3 | 179,8 | 308,0 |
| MAI | 46,1 | 156,3 | 34,3 | 34,0 | 285,1 | 25,6 | 9,8 | 63,3 | 24,9 | 52,3 | 103,7 |
| JUN | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 40,1 | 0,2 | 0,0 | 8,8 | 24,2 | 0,0 | 0,0 |
| JUL | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| AGO | 0,0 | 1,7 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| SET | 82,9 | 198,3 | 55,1 | 12,1 | 80,7 | 18,0 | 0,0 | 0,0 | 10,5 | 82,0 | 86,3 |
| OUT | 110,2 | 140,4 | 80,9 | 98,9 | 213,7 | 222,1 | 228,1 | 31,3 | 114,5 | 155,4 | 132,9 |
| NOV | 242,0 | 131,6 | 201,7 | 298,0 | 172,0 | 189,4 | 210,5 | 326,2 | 281,0 | 191,1 | 102,6 |
| DEZ | 336,7 | 226,0 | 130,1 | 169,0 | 316,3 | 162,0 | 302,4 | 227,9 | 433,0 | 247,2 | 145,2 |
| TOTAL | 1.791,7 | 2.149,3 | 1.743,7 | 1.710,3 | 1.921,3 | 1.805,6 | 2.005,7 | 1.497,9 | 1.849,3 | 1.843,9 | 1.377,9 |

Fonte: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), INMET, março de 2016.

Nos meses com maior incidência de chuva verificamos que ao longo do período da pesquisa, as alterações ocorridas não foram muito significativas. As oscilações aconteceram de forma cíclica, com picos em vários anos do período, bem como baixos índices, como nos anos de 2009 e 2012, com repetição em 2015, como podemos observar no Quadro 3 e na Figura 31.

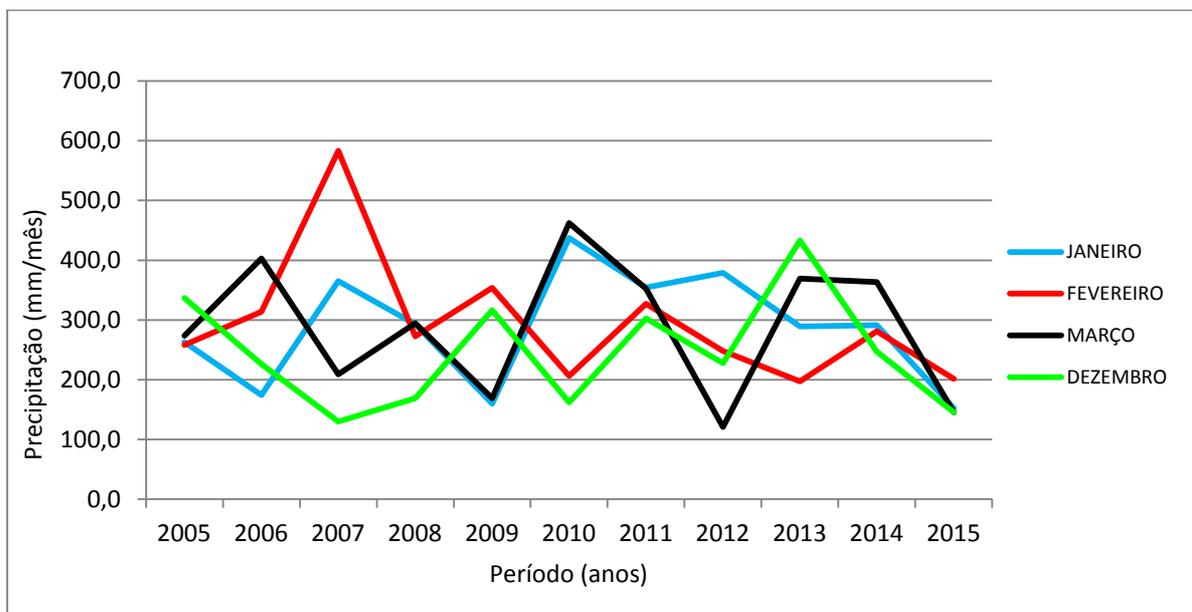


Figura 31 – Histórico de precipitação (mm/mês) meses de maior volume anual de chuva, de 2005 a 2015. Fonte: INMET, 2016.

Os meses com menor incidência ou quase inexistência de chuva, permaneceram no mesmo patamar. Vale ressaltar algumas chuvas pontuais, como nos anos de 2008 e 2013, com a ocorrência de chuvas com 40,1 mm e com 24,2, respectivamente (Quadro 3 e na Figura 32).

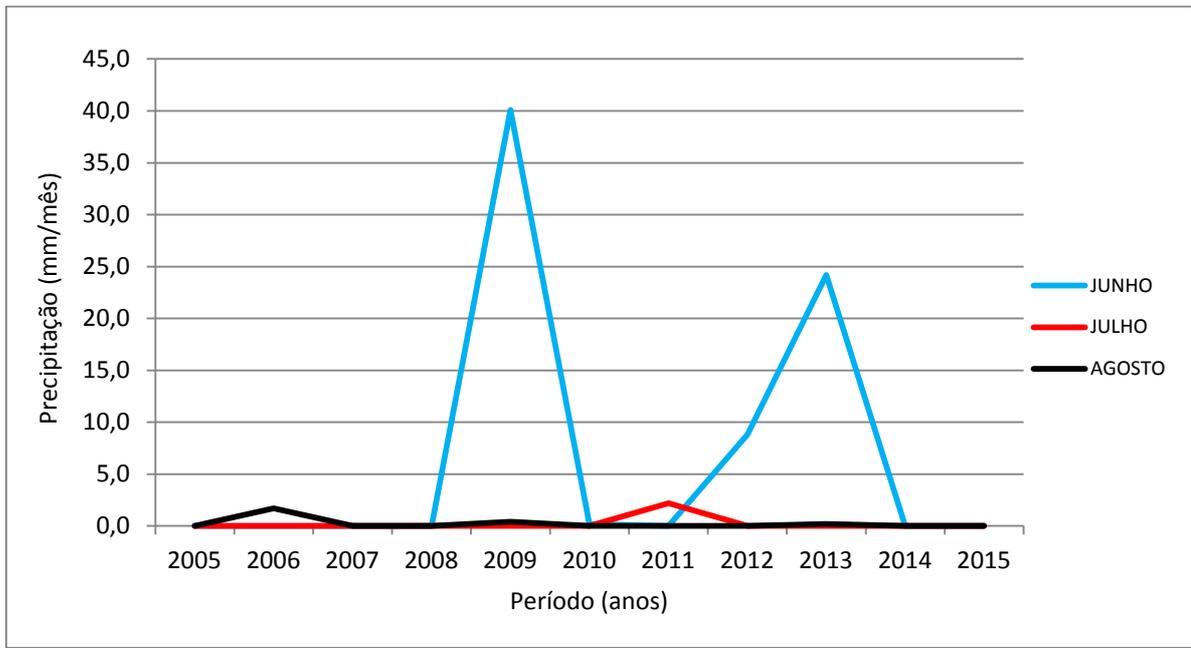


Figura 32 – Histórico de precipitação (mm/mês) meses de menor volume anual de chuva, de 2005 a 2015. Fonte INMET, 2016.

4.3.2. Estação Meteorológica de Porto Nacional

Está localizada a 82,5 quilômetros, em linha reta, da sede do município. Está registrada no INMET com o número OMM: 83064 e localizada na coordenadas 10°42'34"497 de latitude sul e 48°24'34"427 de longitude oeste, a uma altitude de 239,20 metros. Ela está em operação desde 01 de janeiro de 1915.

Para tanto foi realizada a comparação nos índices pluviométricos no período de 01 de janeiro de 2005 a 31 de dezembro de 2015. Tal verificação foi realizada tendo como referência dois parâmetros: meses com maior incidência de chuva, que são os meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro; e os meses com menor incidência, que são os meses de junho, julho e agosto.

Quadro 4 – Precipitação Total – Estação Meteorológica de Porto Nacional.

| ANO/ MÊS | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| JAN | 286,1 | 76,7 | 99,8 | 449,0 | 97,4 | 294,6 | 354,0 | 328,2 | 344,8 | 225,7 | 126,1 |
| FEV | 296,1 | 179,8 | 350,4 | 292,3 | 265,0 | 199,2 | 320,9 | 373,9 | 264,2 | 306,8 | 205,3 |
| MAR | 337,2 | 365,1 | 215,3 | 207,8 | 217,3 | 428,6 | 341,0 | 152,8 | 387,3 | 226,4 | 271,0 |
| ABRIL | 107,7 | 218,4 | 140,6 | 203,9 | 198,0 | 135,2 | 202,6 | 155,4 | 96,9 | 96,0 | 398,2 |
| MAI | 101,3 | 59,3 | 32,9 | 28,8 | 185,6 | 54,2 | 18,8 | 79,4 | 52,5 | 40,1 | 36,3 |
| JUN | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10,2 | 0,7 | 0,0 | 16,2 | 2,6 | 0,0 | 0,0 |
| JUL | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 |
| AGO | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 11,0 | 3,9 | 0,0 |
| SET | 53,9 | 103,2 | 69,3 | 33,1 | 46,5 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 8,4 | 71,1 | 10,9 |
| OUT | 70,5 | 164,7 | 41,7 | 53,1 | 254,4 | 73,6 | 124,7 | 76,0 | 103,4 | 48,7 | 58,0 |
| NOV | 142,2 | 193,2 | 143,1 | 231,2 | 315,6 | 88,0 | 192,6 | 241,1 | 181,0 | 185,5 | 68,0 |
| DEZ | 435,1 | 131,4 | 175,3 | 243,5 | 277,6 | 199,4 | 234,0 | 80,4 | 514,0 | 326,0 | 112,9 |
| TOTAL | 1.830,1 | 1.492,3 | 1.268,4 | 1.742,7 | 1.871,6 | 1.473,5 | 1.788,6 | 1.504,4 | 1.966,1 | 1.530,2 | 1.287,4 |

Fonte: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), INMET, março de 2016.

Como na estação meteorológica de Palmas, em Porto Nacional os resultados se comportaram de forma parecida. Nos meses com maior incidência de chuva verificamos que ao longo do período da pesquisa, as alterações ocorridas não foram muito significativas. As oscilações aconteceram de forma cíclica, com picos em vários anos do período, destacando o mês de dezembro de do ano de 2013, alcançando 514 mm de chuva. Por conseguinte, destacamos os baixos índices de 2006 e 2012, com chuvas abaixo de 100,0 mm, como pode ser observado no Quadro 4 e na Figura 33.

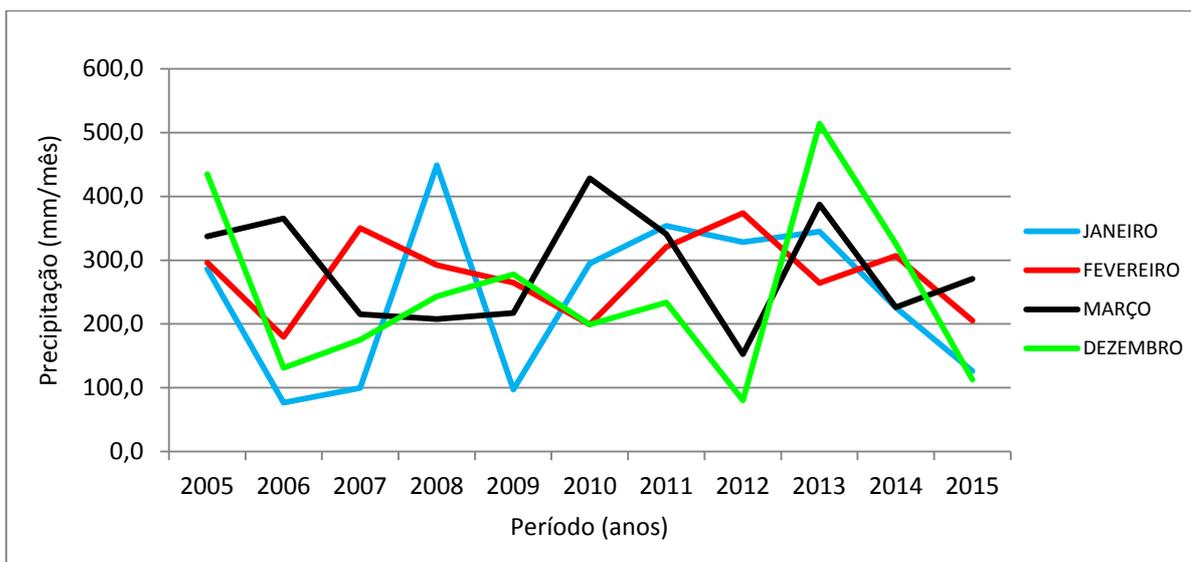


Figura 33 – Histórico de precipitação (mm/mês) meses de maior volume anual de chuva, de 2005 a 2015. Fonte INMET, 2016.

Por outro lado, nos meses com menor incidência, destacamos os picos de chuva em 3 anos, porém abaixo de 17 mm. Tal situação confirma os baixos índices de chuva nestes meses, principalmente o mês de julho, sendo registrado apenas 0,7mm no ano de 2015 (Quadro 4 e na Figura 34).

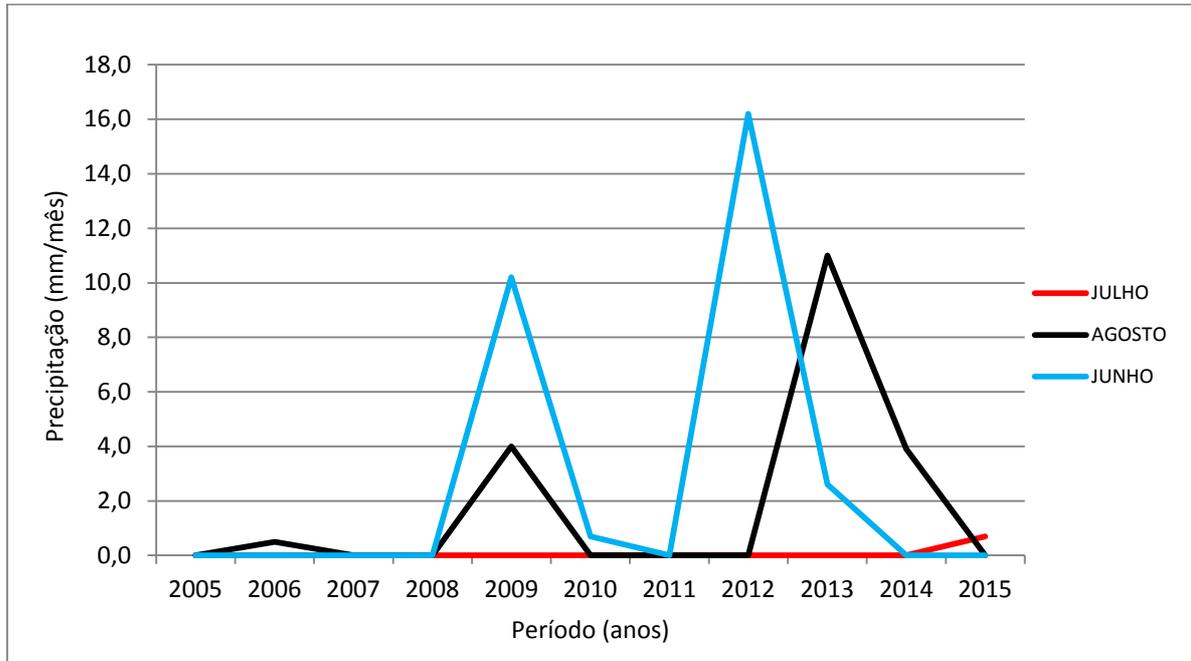


Figura 34 – Histórico de precipitação (mm/mês) meses de menor volume anual de chuva, de 2005 a 2015. Fonte INMET, 2016.

4.3.3. Comparativo entre as estações e conclusões

Os três municípios envolvidos na análise dos índices pluviométricos, que são Paraíso do Tocantins, Palmas e Porto Nacional, são vizinhos, com distâncias abaixo de 100 quilômetros e com características físicas semelhantes. Como exemplo citamos o bioma cerrado, que está presente em todos e que provoca interferências na precipitação.

Com isso, mesmo com a ausência de dados específicos ao município objeto da pesquisa, foi possível a realização da análise dos índices pluviométricos tendo como referencia as duas estações meteorológicas mais próximas. Realizando uma comparação nos totais de precipitações anuais das duas estações podemos concluir que há grandes diferenças entre os índices, conforme verificamos na Figura 35.

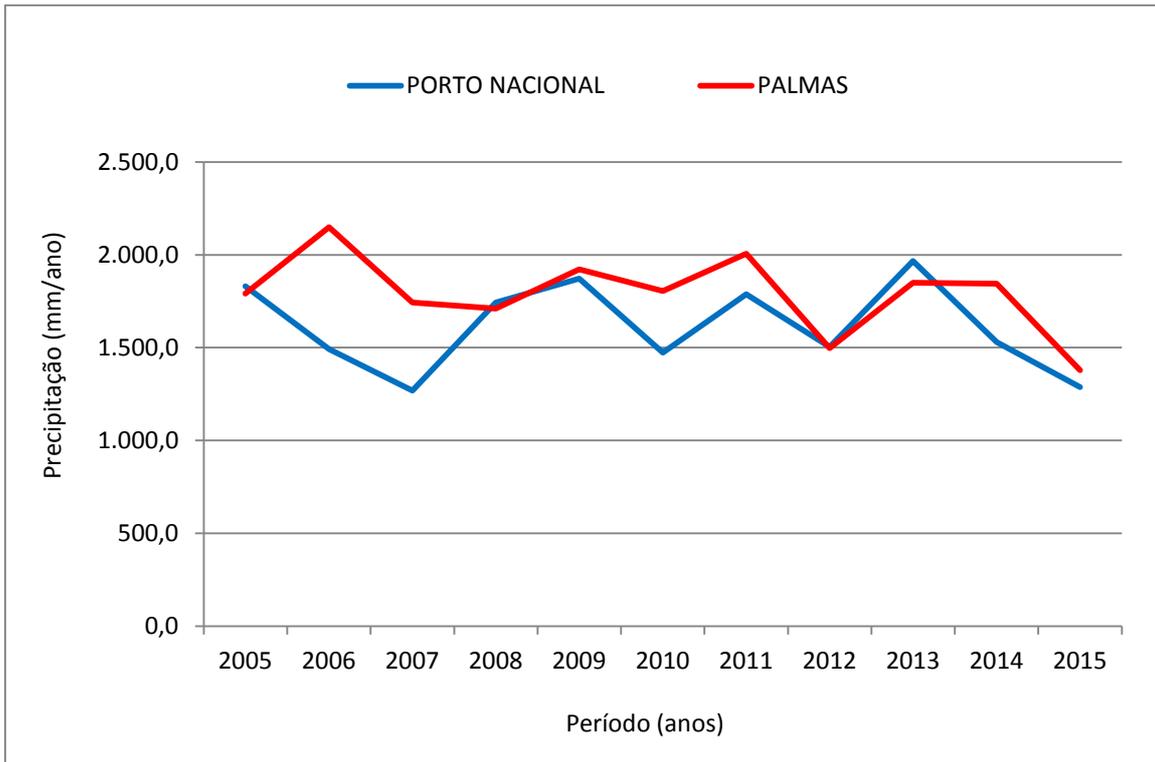


Figura 35 – Histórico de precipitação (mm/anos) estações meteorológicas de Palmas e Porto Nacional, série histórica de 2005 a 2015. Fonte: INMET, 2016.

Em relação às possíveis alterações nos índices pluviométricos ocasionado pela extração de agregados no município de Paraíso do Tocantins pela degradação dos mananciais, podemos concluir que são praticamente inexistentes, devido a vários fatores. Dentre eles podemos citar: baixo nível de degradação das matas ciliares pela extração dos agregados nos locais com autorização de uso; baixa demanda por agregados no município e alta disponibilização na natureza; e poucos locais com extração ilegal devido à eficiente fiscalização dos órgãos ambientais.

Portanto, como a degradação dos mananciais provocada pela extração de agregados no município de Paraíso do Tocantins, em jazidas com autorização de funcionamento, alcançou pequenas proporções, podemos concluir que não houve interferência nos índices pluviométricos. Por isso as alterações observadas, seja na estação de Palmas ou na de Porto Nacional, são apenas as ocasionadas pela variação no volume de chuva, que ocorrem de um ano para outro, obedecendo a um ciclo.

4.4. Nível de comprometimento dos mananciais hídricos pela extração de agregados

Para a determinação do nível de comprometimento dos recursos hídricos nas jazidas de extração de agregados, foram utilizados dois mecanismos, independentes e que possibilitarão a determinação dos impactos ambientais presentes. Estes mecanismos são: comparativo entre a vazão de projeto e a vazão medida e a determinação da degradação das matas ciliares, por meio de análise visual.

Para o comparativo entre as vazões foram utilizados dados existente no período de solicitação de licença para uso de lavra, obtidos junto ao órgão de controle ambiental do Tocantins, o NATURATINS. Estes dados foram obtidos a partir de informações dos Processos de Licença Ambiental.

O passo seguinte foi a medição da vazão dos mananciais. Esta medição foi realizada no mês de abril de 2016. O método utilizado foi o de Medição de Vazão em Rio com Flutuador⁸. Este método não é o mais recomendado, mas se realizado com critério, fornece uma boa estimativa da vazão de um rio (Figura 36). (UFRRJ, 2016).



Figura 36 – Esquema para a medição de vazão em rio com flutuador. Adaptado de UFRRJ (2016).

⁸ Processo pelo qual se utiliza um flutuador para estimar a velocidade média do fluxo d'água e da estimativa da área da seção transversal do rio. (UFRRJ, 2016)

Com a utilização do método supracitado, foi possível determinar a vazão atual dos cursos d'água (Figura 37), os quais são depósito de agregados com a finalidade de extração. Foram realizadas as medições de vazão nas 6 jazidas do município foco desta pesquisa, e que possuem autorização de lavra e estão em funcionamento.



Figura 37 – Realização da medição de vazão. Fonte: Autor, abril de 2016.

Para a determinação do nível de degradação das matas ciliares foi realizada uma análise visual, observando o mecanismo utilizado na extração e sua interferência nas matas ciliares que protegem os cursos d'água.

4.3.1. Comparativo entre as vazões de projeto e as vazões atuais

Para a realização do comparativo entre as vazões, de projeto e atuais, e para a sua melhor compreensão, foram adicionados dados referentes às precipitações, obtidos na Estação Meteorológica de Porto Nacional. Tal relação se faz necessária, pois o ano de 2016 está sendo atípico quanto ao volume de chuva, o que influencia diretamente nas vazões dos ribeirões. O Quadro 5, apresenta esta relação, o que nos proporcionou um melhor entendimento acerca da real situação.

Quadro 5 – Comparativo entre as vazões e precipitações no período da solicitação e as atuais.

| | PERÍODO DA SOLICITAÇÃO DE OUTORGA | | | PERÍODO ATUAL | | |
|-----------|-------------------------------------------|----------------------------------------|------------|------------------------------|----------------------------------------|------------|
| | VAZÃO ⁹ (m ³ /s) | PRECIPITAÇÃO ¹⁰ (mm/mês) | PERÍODO | VAZÃO (m ³ /s) | PRECIPITAÇÃO ¹¹ (mm/mês) | PERÍODO |
| JAZIDA 01 | 2,66 | 198,00 | ABRIL/2009 | 1,94 | 36,80 | ABRIL/2016 |
| JAZIDA 02 | 0,00 ¹² | 202,60 | ABRIL/2011 | 0,64 | 36,80 | ABRIL/2016 |
| JAZIDA 04 | 4,48 | 202,60 | ABRIL/2011 | 4,06 | 36,80 | ABRIL/2016 |
| JAZIDA 05 | 1,97 | 96,90 | ABRIL/2013 | 1,73 | 36,80 | ABRIL/2016 |
| JAZIDA 06 | 8,05 | 96,00 | ABRIL/2014 | 7,12 | 36,80 | ABRIL/2016 |
| JAZIDA 07 | 8,05 | 96,00 | ABRIL/2014 | 7,66 | 36,80 | ABRIL/2016 |

Fonte: Autor, 2016.

Com base em levantamento realizado no NATURATINS (vazões no período da solicitação), com dados dos processos de solicitação de uso do solo, no site INMET (precipitações) e com a medição realizada in loco, no mês de abril de 2016 (Quadro 5), foi possível fazer o comparativo entre as vazões, com o objetivo de verificar o nível de comprometimento dos mananciais hídricos.

A partir deste comparativo, mesmo verificando uma queda nas vazões, podemos concluir que não houve alteração nos mananciais hídricos. Se observarmos, por exemplo, a Jazida 01, que possuía vazão de 2,66 m³/s, em abril de 2009, período de solicitação da outorga de uso, e vazão de 1,94 m³/s, em abril de 2016. Entretanto, ao observarmos a precipitação no mês de abril de 2009, que registrou 198,00 mm/mês e a de abril de 2016, que foi de 36,80 mm/mês.

Para reforçar esta comparação, podemos observar a Jazida 05, que em abril 2013 possuía uma vazão de 1,97 m³/s com uma precipitação de 96,90 mm/mês. Em contrapartida, em abril de 2016, houve redução na vazão, acompanhada da redução nos índices pluviométricos. Com isso podemos concluir que esta redução da vazão se dá pelo fato de que houve uma redução significativa nos índices pluviométricos. Ou seja, a extração de agregados para a construção civil no município de Paraíso do Tocantins, não tem provocado danos aos recursos hídricos, devido à preocupação dos mineiros com a preservação das matas ciliares e dos mananciais, ao realizarem extração apenas no período seco e não retirarem areia nos barracos dos rios e ribeirões.

⁹ Vazões no período da solicitação de outorga de uso. (NATURATINS, 2016).

¹⁰ Dados da Estação Meteorológica de Porto Nacional (INMET, 2016).

¹¹ Idem.

¹² Este valor está zerado, devido ao NATURATINS não ter informado a vazão referente a esta jazida.

4.3.2. Impactos ambientais provocados pela extração de agregados

Não foram encontrados impactos ambientais irreversíveis durante a visita às jazidas de extração de agregados. Existe, por parte dos detentores de outorga de uso, uma preocupação com a preservação do manancial hídrico. As matas ciliares estão preservadas, obedecendo a distância mínima estabelecida pela Lei Federal nº 12.651/12.

Mesmo nos locais onde esta regulamentação não está sendo observada, vale ressaltar que o desmatamento fora realizado com a finalidade de plantação de pastagem, atividade agrícola predominante na região. O desmatamento realizado com a finalidade da extração de areia é apenas uma pequena abertura para a entrada de caminhões, com o objetivo da retirada da areia.

Em nossa análise foi possível detectar que as vazões dos ribeirões onde existem as jazidas de extração de agregados não sofreram alterações significativas, provocadas pelos impactos ambientais, uma vez que os métodos de extração não estão provocando impactos irreversíveis à natureza e, em consequência, de maneira positiva, alterações nas vazões dos ribeirões após o início do processo de lavra.

Diante da pesquisa realizada e tendo como referência a Resolução do CONAMA nº 001/86, podemos caracterizar os impactos ambientais provocados pela extração de agregado no município. Quanto ao valor caracterizamos como negativo, entretanto em uma magnitude muito pequena, podendo até ser considerado nulo, pois os impactos não afetaram do ambiente de forma significativa.

Em relação à ordem classificamos como direta. Quanto à temporalidade pode ser considerado com temporário, pois ao término do período chuvoso ele desaparece. Tendo em vista a escala, os impactos são locais, não se estendendo a outros locais. E, por fim, quanto à reversibilidade, os impactos podem ser considerados reversíveis, pois a própria natureza se encarrega da sua recuperação.

Em médio prazo, a preocupação em relação aos impactos ambientais, provocados pela extração de agregados, pode ser relevante, caso ocorram dois fatores: aumento significativo da demanda pelo agregado, gerado pela construção civil; ou mudança nas formas de extração, ocasionada pela falta de fiscalização dos órgãos competente e de conscientização sobre a importância da sustentabilidade.

Entretanto, em longo prazo, precisam ser adotados métodos alternativos, com vistas a substituir o uso do agregado, por outros materiais. Mesmo que tenha agregado em grande quantidade hoje, deve existir esta preocupação para o futuro, pois é fato que os minerais naturais, na maioria dos casos não são renováveis.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O nível dos impactos ambientais irreversíveis, ocasionados pela extração de agregados no município de Paraíso do Tocantins, pode ser considerado irrelevante, tendo em vista os aspectos estruturais e naturais do processo de extração, com responsabilidade e consciência ambiental, por parte dos detentores de outorga de uso do solo, com a finalidade de retirada de insumos para a construção civil, em específico a areia.

Um fator significativo neste processo é a busca pela legalização das jazidas de extração. Todos os mineiros com autorização de extração possuem o conhecimento acerca da importância da preservação do meio ambiente. Como efetivação deste processo de conscientização, citamos o trabalho dos responsáveis técnicos pelo projeto de extração nas jazidas legalizadas. Este trabalho se dá por meio de orientações técnicas sobre o processo de lavra e como o mineiro deve proceder na extração dos agregados.

No município ainda é possível encontrar empreendimentos de extração de areia que atuam de forma ilegal. Estas extrações não fazem parte do foco desta pesquisa, porém vale ressaltar que com a falta de acompanhamento técnico e de responsabilidade ambiental, este método de extração pode ocasionar grandes danos à natureza e, em específico, aos cursos d'água. Um fator positivo é que os próprios mineiros, que possuem outorga de uso, auxiliam as autoridades ambientais na fiscalização desta extração de forma ilegal.

O município possui uma grande quantidade de areia depositada no leito dos ribeirões e uma pequena demanda pela areia. Com isso, se pensarmos a curto prazo não haverá danos ambientais irreversíveis, provocados pela extração de agregados. Entretanto, a longo prazo, métodos alternativos para a extração de agregados devem ser implantados.

Portanto, vale ressaltar que os impactos ambientais provocados pela extração de agregados no município de Paraíso do Tocantins, devido à pequena demanda e a sua baixa população, não têm afetado os índices pluviométricos e os recursos hídricos. Entretanto, deve haver um processo de educação ambiental, com vista a consolidar a relação entre sustentabilidade e construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNIBELLI, M. B. **Mineração de areia e seus impactos sócio-econômico-ambiental**. 2008. Dissertação (mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.

AZEVEDO, Luciano Gomes de; RIBEIRO, Márcia Maria Rios; e SILVA, Rubicleis Gomes da. **Avaliação econômica de areia extraída em cursos d'água: o caso do Rio Paraíba**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. Campina Grande, PB: v. 11, n. 02, p. 199-211, 2009.

BARRETO, Ismeralda Maria Castelo Branco do Nascimento. **Gestão de resíduos na construção civil**. Aracaju: SENAI/SE; SENAI/DN; COMPETIR; SEBRAE/SE; SINDUSCON/SE, 2005. 28p.

BITTAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 185p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas, São Paulo, SP.

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Promulgada em 05 de outubro de 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 30 de outubro de 2015.

BRASIL. LEI Nº 8.982, de 24 de janeiro de 1995. Dá nova redação ao art. 1º da Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, alterado pela Lei nº 7.312, de 16 de maio de 1985. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8982.htm> Acesso em 30 de outubro de 2015.

BRASIL. LEI Nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em 25 de agosto de 2015.

BRASIL. LEI Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 21 de setembro de 2015.

BRASIL. LEI Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 23 de abril de 2016.

CONAMA. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em 21 de set. de 2015.

CONAMA. Resolução nº 010, de 06 de dezembro de 1990. Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classe II. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res1090.html>>. Acesso em 14 de novembro de 2015.

CONAMA. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2002_307.pdf>. Acesso em 21 de set. de 2015.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. **Balanco Mineral Brasileiro 2001**. Disponível em <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/balanco-mineral/arquivos/balanco-mineral-brasileiro-2001>>. Acesso em 14 de novembro de 2015.

GUEDES, Luiz Alves. **Os impactos ambientais causados pela extração de areia no Ribeirão José da Silva e água quente, município de Posse e Guarani de Goiás**. 2013. 39 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia). Universidade de Brasília, Brasília, DF.

JÚNIOR, Daniel I. de Souza. **A Degradação da Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Revista Engevista. Rio de Janeiro, RJ, Universidade Federal Fluminense, v. 6, n. 3, p. 99-105, dez de 2004.

LELLES, Leandro Camilo de, et al. **Perfil ambiental e qualitativo da extração de areia em cursos d'água**. Revista Árvore, Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, v. 29, nº 3, p. 439-444, 2005.

MORAIS, Daniela Serra de Lima e JORDÃO, Berenice Quinzani. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Revista Saúde Pública. São Paulo, SP, Universidade de São Paulo, v. 36, p. 370-374, 2002.

NBR ISO 14001: **Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2004.

NBR NM 248. **Agregados - Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.

PARANÁ. **Programa de Desenvolvimento da Indústria Mineral Paranaense: perfil da indústria de agregados**. Curitiba: SEID, 1999.

PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos. **Aspectos Ambientais da Lavra de Areia, Exemplo da Área Produtora do Rio São João**. 1994. 71p. Dissertação Mestrado (Mestrado em Ciências). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1994.

RASCON, Nilton Junior Lopes; RIBEIRO, A.; Silva, M. P.; Almeida, A. Q. de; PAIVA, Y. G. **Uso de dados meteorológicos do NCEP/NCAR em ambiente SIG para preenchimento de falhas em séries históricas**. In: XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010, Belém-PA. Amazônia e o Clima Global, 2010.

ROTH, Caroline das Graças e GARCIAS, Carlos Mello. **Construção civil e a degradação ambiental**. Revista Desenvolvimento em Questão. Ed. Unijuí. Ano 7, nº 13, meses de jan a jun de 2009.

SANCHEZ, Luiz Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. 2ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

TOCANTINS. **Atlas do Tocantins: Subsídios ao Planejamento da Gestão Territorial**. 6ª Ed. Palmas: SEPLAN, 2012.

VIOLA, H. **Gestão de águas pluviais em áreas urbanas – o estudo de caso da cidade do samba**. 2008. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

SITES:

<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=171610>. Acesso em 30 de outubro de 2015, às 19 horas e 15 minutos.

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em 04 de março de 2016, às 11 horas e 30 minutos.

<https://sistemas.dnpm.gov.br/SCM/Extra/site/admin/dadosProcesso.aspx>. Acesso em 17 de fevereiro de 2016, às 17 horas e 50 minutos.

<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/mma31.htm>. Acesso em 11 de abril de 2016, às 22 horas e 23 minutos.