

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HELBERT ABREU PRATA

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS GERADOS DURANTE A CONSTRUÇÃO DE  
USINAS FOTOVOLTAICAS

CURITIBA - PR

2020

HELBERT ABREU PRATA

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS GERADOS DURANTE A CONSTRUÇÃO DE  
USINAS FOTOVOLTAICAS

Trabalho apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de Gestão Estratégicas em Energias Renováveis e Biocombustíveis, Setor de Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador/Professor: Prof. Dr. Alexandre Amorim Monteiro

CURITIBA – PR

2020

## **Gerenciamento de Resíduos gerados durante a construção de Usinas Fotovoltaicas**

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho é apresentar quais são os resíduos oriundos em cada uma das fases do processo construtivo de uma usina fotovoltaica e, quais as possíveis destinações mais adequadas para cada tipo de resíduo. O estudo foi elaborado através de pesquisa bibliográfica e, através da experiência adquirida dentro das construções de usinas fotovoltaicas. Através da boa gestão dos resíduos dentro das unidades fotovoltaicas, é exequível o atendimento aos requisitos legais aplicáveis, a melhora no desempenho da organização, economia financeira e a melhora na visibilidade da organização. Os números obtidos através do objeto de estudo, demonstram que se for utilizado os dados resultantes da pesquisa, as construções podem naturalmente desenvolver uma boa gestão de resíduos, minimizar impactos e fomentar alternativas sustentáveis para o processo de construção.

Palavras-chave: Usina Fotovoltaica, Gestão de Resíduos, Requisitos Legais, Minimizar Impactos; Alternativas Sustentáveis;

## **ABSTRACT**

The objective of this work is to present what are the residues originating in each of the phases of the construction process of a photovoltaic plant and, what are the possible most suitable destinations for each type of waste. The study was carried out through bibliographic research and, through the experience acquired within the construction of photovoltaic plants. Through good waste management within the photovoltaic units, it is feasible to meet the applicable legal requirements, improve the organization's performance, financial savings and improve the organization's visibility. The numbers obtained through the object of study, demonstrate that if the data resulting from the research is used, the buildings can naturally develop good waste management, minimize impacts and promote sustainable alternatives for the construction process.

**Keywords:** Photovoltaic Plant, Management of Waste, Legal Requirements, Minimize Impacts, Sustainable Alternatives.



## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Modulo Fotovoltaico KM315P-72 – 295 – 315 Watt POLY CRYSTALLINE MODULE Positivo Power da fabricante Jinko Solar. ....                                                                    | 16 |
| Figura 2: Abertura das Caixas - Modulo Fotovoltaico KM315P-72 – 295 – 315 Watt POLY CRYSTALLINE MODULE Positivo Power da fabricante Jinko Solar. ....                                              | 17 |
| Figura 3: Área de Armazenamento de embalagens de módulos fotovoltaicos.....                                                                                                                        | 17 |
| Figura 4: Reaproveitamento de madeira provenientes das embalagens dos componentes eletrônicos, para fabricação de caixas para abelhas. Local: Assentamento Marrecas – São João do Piauí – PI. .... | 27 |
| Figura 5: Reaproveitamento de madeira provenientes das bobinas de cabos vazias, para fabricação de moveis. ....                                                                                    | 27 |
| Figura 6: Fardos de papelões das embalagens dos módulos fotovoltaicos. ....                                                                                                                        | 28 |
| Figura 7: Horta que utiliza adubo orgânico, proveniente da atividade de compostagem. Resíduo gerado em cozinha e refeitório de obra. ....                                                          | 29 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Quantitativo de resíduos (embalagens de módulos fotovoltaicos). ....                  | 18 |
| Tabela 2: Tabela de Geração de Resíduos x Alternativas de destinação final de<br>resíduos. .... | 26 |

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

NBR - Norma Brasileira

PNRS - Plano Nacional de Resíduos Sólidos

## SUMÁRIO

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                                   | <b>8</b>  |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>                                                                     | <b>8</b>  |
| 2.1 OBJETIVO GERAL .....                                                                    | 8         |
| 2.2 OBJETIVO ESPECIFICOS.....                                                               | 8         |
| <b>3 JUSTIFICATIVA.....</b>                                                                 | <b>9</b>  |
| <b>4 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                                                        | <b>9</b>  |
| 4.1 APRESENTAÇÃO .....                                                                      | 9         |
| 4.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....                                                 | 9         |
| 4.3 DEFINIÇÃO.....                                                                          | 10        |
| 4.4 CLASSIFICAÇÃO.....                                                                      | 11        |
| 4.5 CLASSIFICAÇÃO – CONFORME A NBR 10004/04 .....                                           | 11        |
| 4.6 CLASSIFICAÇÃO QUANTO A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS<br>– LEI 12.305/2010. .... | 12        |
| 4.7 HIERARQUIA DOS PROGRAMAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS .....                             | 13        |
| 4.8 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....                                  | 14        |
| <b>5 METODOLOGIA .....</b>                                                                  | <b>15</b> |
| <b>6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>                                                   | <b>15</b> |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                         | <b>30</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                     | <b>31</b> |

## **1 INTRODUÇÃO**

O presente artigo tem como tema as alternativas de gerenciamento de resíduos gerados durante as construções de usinas Fotovoltaicas. O bom gerenciamento de resíduos em empreendimentos industriais vem fazendo com que as organizações ganhem visibilidade de mercado, diferencial competitivo, boa imagem da organização, bem como as economias que são obtidas pelo bom gerenciamento dos resíduos.

Já não de hoje que o homem vem promovendo modificações no ambiente em que vive. No início, apesar de poucas, as alterações se demonstravam com mais lentidões, mas a partir de Revolução Industrial, a proporção ganhou formas descontroladas de produção e expansão. Somente a partir do século XX despertou-se o interesse e, principalmente, a necessidade pelo cuidado com o meio ambiente.

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos também foi e continua sendo um dos fatores que mais causam problemas sociais para o poder público e setor empresarial. A responsabilidade do gerenciamento de destinação do todo e qualquer resíduo gerado pela empresa, pelo governo, quanto pela coletividade em geral, passou a ser fator de problema público, que em 2010 virou Lei, na Política Nacional de Resíduos Sólidos, (Cap. III, Seção I, art. 25).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Identificar durante as etapas de construção de um parque fotovoltaico os resíduos gerados e, qual a destinação final mais adequada.

### **2.2 OBJETIVO ESPECIFICOS**

- Apresentar a fonte da geração do resíduo, o tipo de resíduo gerado, classificação e as alternativas para destinação;
- Realizar avaliação das alternativas mais adequadas que uma usina solar em construção, possa adotar para destinação de seus resíduos;

### **3 JUSTIFICATIVA**

Irei realizar a pesquisa com a finalidade de estabelecer sugestões para melhorar a gestão de resíduos gerados durante a construção de projetos fotovoltaicos. Com isso possibilitar a incorporação de renda, diminuir os custos gerados pela destinação de resíduos, minimizar a poluição ao meio ambiente, garantir visibilidade ambiental para o projeto, realizar incorporação social através das parcerias com cooperativas e associações de reciclagem.

Muitas soluções positivas podem ser aplicadas nas etapas de gerenciamento de resíduos e, conseqüente com isso muitos impactos ambientais, sociais e financeiros podem ser evitados e, também gerarem impactos positivos. Isso é claro, se possuírem um bom estudo preliminar e, que seja envolvida uma equipe multidisciplinar para conduzirem o assunto.

### **4 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **4.1 APRESENTAÇÃO**

Usina solar – A usina solar, que igualmente é conhecida como fazenda solar, é um composto fotovoltaico de porte significativo, construído para a geração e venda de energia elétrica. As fazendas de geração de energia solar se distinguem dos conjuntos fotovoltaicos montados em residências, fabricas e demais locais físicos, pois o objetivo das fazendas solares é a geração de energia em alta tensão com a finalidade de distribuição e, não para o consumo próprio.

#### **4.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

É antiga a preocupação do Homem com a gestão e o gerenciamento dos seus resíduos sólidos, uma vez que já no ano 500 a.C. os gregos estruturavam e difundiram o primeiro texto criando um local específico para disposição desses resíduos e desautorizava que os mesmos fossem jogados nas ruas e, em 1898, a cidade de Nova York já tinha um centro municipal de reciclagem dos resíduos sólidos urbanos (LOUIS, 2004).



Para muitos, gerenciar resíduos diz respeito apenas à aplicação de novas tecnologias para o destinação dos resíduos, todavia, segundo a CETESB (2005), no gerenciamento dos resíduos, deve-se inicialmente buscar reduzir a utilização de recursos, sendo que isto inclui qualquer prática, ambientalmente segura, de minimização na origem (também chamada de prevenção à poluição<sup>1</sup> e P2), reuso, reciclagem e recuperação de materiais e do conteúdo energético dos resíduos, visando reduzir a concentração ou volume dos mesmos a serem tratados e posteriormente adequadamente dispostos. Essa filosofia é amplamente difundida e utilizada nos sistemas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos em vários países do mundo, como se pode observar nos trabalhos de BAI e SUTANTO (2002), SAKAI (1996), EIGHMY e KOSSON (1996), KGATHI e BOLAANE (2001), HJELMAR (1996), ADAMS et al. (2000) e VEHLOW (1996).

Segundo SCHALCH (2002), a redução dos resíduos na origem da geração é a fundamental e a mais eficaz forma de evitar a geração de resíduos, sendo a reciclagem e a reutilização sendo mesmo uma segunda opção, caso as ações para redução na fonte não se apliquem, tendo em vista que estas ultimas opções a geração maior de resíduos dispostos em locais inadequados, mas não evitam que esses resíduos ainda devam ser transportados e trapalhados para que possam ser reutilizados (SAKAI et al., 1996).

#### 4.3 DEFINIÇÃO

Segundo a NBR 10.004/04 - Resíduos Sólidos - Classificação, resíduos sólidos são definidos como “resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”.

#### 4.4 CLASSIFICAÇÃO

Para conhecer o resíduo que irá se trabalhar, é necessário realizar a classificação do resíduo, visto que após a classificação será possível definir as ações a serem desenvolvidas, como modo de manuseio, de armazenamento, transporte e destinação final. Nas literaturas pesquisadas, é possível observar que os resíduos podem ser classificados de diversas formas, como por exemplo, segundo a natureza física ou pelo grau de biodegradabilidade, que pode variar entre alta, média e baixa degradação (BIDONE & POVINELLI, 1999), ou conforme a decomposição química do resíduo, sendo um fator mais fácil de identificação, quando fragmentada ou conhecida sua matéria em orgânica e inorgânica. Outro fator que o resíduo poderá ser classificado é em função de sua origem, sendo a classificação conforme o grau de periculosidade similarmente seja bastante utilizada (SAKAI et al., 1996; HARTLÉN, 1996; HOORNWEG, 2000; KGATHI e BOLAANE, 2001; BAI e SUTANTO, 2002; OJEDA-BENITEZ et al., 2003).

Para classificação dos resíduos podemos utilizar a classificação conforme ABNT – NBR 10004/04 e, a Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei 12.305/2010. Nos conceitos a seguir será possível entender melhor as duas formas de classificação dos resíduos.

#### 4.5 CLASSIFICAÇÃO – CONFORME A NBR 10004/04

A NBR 10.004/04 possui como objetivo classificar os resíduos sólidos quanto aos seus riscos possíveis ao meio ambiente e a saúde pública, com isso possibilitar alternativas para que os resíduos possam ser gerenciados de forma adequada.

Conforme a NBR 10.004/04 – Os resíduos sólidos são classificados em:

- Resíduos Classe I – Perigosos
- Resíduos Classe II – Não Perigosos – Sendo a Classe II, divididos em Classe II A – Não Inertes e Classe II B – Inertes

- a) **Resíduos Classe I** – São os resíduos classificados como perigosos. São resíduos que em função de suas características físico – químicas e infectocontagiosas oferecem risco à saúde pública e ao meio ambiente.



b) **Resíduos Classe II A** – Não inertes – São os resíduos que não se integram nas categorias de resíduos Classe I – Perigosos ou na Classe II B – Inertes. Os resíduos classe II A são os resíduos que podem ter propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Para os resíduos classe II A posso destacar, os materiais como matéria orgânica, papeis, vidros e metais, dentre outros. Podendo os resíduos Classe II A serem dispostos em aterros sanitários ou reciclados. Os efluentes sanitários podem ser classificados nessa normatização e, podem receber como destinação o tratamento através de estação de tratamento de efluente.

**b2) resíduos classe II B** – Inertes: São os resíduos que quando submetidos a um contato dinâmico ou estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente conforme a ABNT 10006 e, não tenham qualquer um de seus constituintes solubilizados a concentrações aos padrões de potabilidade da água, executando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. Os resíduos inertes, podem ser dispostos em aterros sanitários ou reciclados. Isso, porque os resíduos não passam por qualquer tipo de modificação em sua estrutura com o decorrer do tempo. Posso destacar como resíduos dessa categoria os entulhos, sucatas de ferro e aço.

#### 4.6 CLASSIFICAÇÃO QUANTO A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS – LEI 12.305/2010.

A Política Nacional de Resíduos sólidos, determina elementos, propósitos, mecanismos – até mesmo os requisitos financeiros aplicáveis – e orientações para gestão integrada e boa gestão dos resíduos sólidos, definindo as obrigações dos geradores dos resíduos, da autoridade pública e do mercado consumidor. Apontam ainda, conceitos importantes como o da prevenção e prudência, da responsabilidade do poluidor, da ecoeficiência, do compromisso partilhado pelo tempo de vida útil dos produtos, do atestado que o resíduo é um bem econômico, de valor agregado e de

bem social, do acesso a informação e ao controle da integração da sociedade com administração pública.

Um dos propósitos imprescindíveis definidos na Lei 12.305 é definição de prioridades para o gerenciamento dos resíduos, onde param de ser ações voluntárias e sim de ordem obrigatória: Não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos, e disposição final adequada aos rejeitos.

Estabelecer a responsabilidade compartilhada aos geradores dos resíduos, é um item diferencial para que ocorra bem a logística reversa, que é um dos grandes objetivos diferenciais que a PNRS estabelece, da responsabilidade compartilhada, que nessa responsabilidade irão ser inseridos: os fabricantes dos produtos, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e as empresas envolvidas no manuseio de resíduos e embalagens pós consumo.

A importância da criação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos é, outro grande fator que merece destaque dentro da PNRS, com isso possuem como finalidade de contribuir para eliminar os lixões e estabelecer instrumentos que visam o planejamento em diversas esferas da sociedade.

#### 4.7 HIERARQUIA DOS PROGRAMAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

A hierarquização para implantar programas de gerenciamento deve obedecer a uma sequência lógica e natural, expressa pelas seguintes providências:

- **Redução na fonte** consiste na prevenção da geração de resíduos, através do uso de matérias primas menos tóxicas e/ou mudanças de processo;
- **Minimização** da geração de resíduos através de modificações no processo produtivo, ou pela adoção de tecnologias limpas, mais modernas que permitem, em alguns casos, eliminar completamente a geração de materiais tóxicos;
- **Reprocessamento** dos resíduos gerados transformando-os novamente em matérias primas ou utilizando para gerar energia;
- **Reutilização** dos resíduos gerados por uma indústria como matéria-prima para outra indústria;

- **Separação** de substâncias tóxicas das não tóxicas, reduzindo o volume total de resíduo que deva ser tratado ou disposto de forma controlada;
- **Processamento** físico, químico ou biológico do resíduo, de forma a torná-lo menos perigoso ou até inerte, possibilitando sua utilização como material reciclável;
- **Incineração**, com o correspondente tratamento dos gases gerados e a disposição adequada das cinzas resultantes;
- **Disposição** dos resíduos em locais apropriados, projetados e monitorados de forma a assegurar que venham, no futuro, a contaminar o meio ambiente.

#### 4.8 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Educação Ambiental é uma ferramenta indispensável como etapa no gerenciamento de resíduos. Todavia, o desafio é imenso e, apenas com o envolvimento de toda a sociedade civil iremos transformar pensamentos já fixados (RUSSO, 2003). Deste modo, Jacobi (2000) descreve que o uso da Educação Ambiental no gerenciamento de resíduos sólidos é de grande importância para o seu apropriado gerenciamento, pois após a etapa de educação ambiental se inicia o processo de mudança de paradigmas da sociedade para uma destinação final de resíduos adequada. Além do mais, fomenta para a população sobre a importância da preservação ambiental para manutenção da vida.

A separação de resíduos nos locais de geração, segregados conforme suas particularidades é uma etapa essencial para a execução da reciclagem e reutilização de materiais (RUSSO, 2003). Para que isso ocorra, existe a necessidade de destinar os resíduos em locais específicos, para que possibilitem a reciclagem e a reutilização sempre que possível, com a finalidade de minimizar a utilização de recursos naturais. Inclusive, é necessário que esses resíduos sejam segregados em lixeiras específicas e entre o que pode e o que não pode ser reutilizado (SZABÒ, 2010).



## **5 METODOLOGIA**

O artigo da pesquisa orientou-se pela pesquisa qualitativa, usando tanto a pesquisa bibliográfica quanto a pesquisa exploratória com base em estudos realizados sobre os temas da Norma Brasileira da Classificação de Resíduos Sólidos (NBR 10004/04) e da Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei 12.305/2010. O trabalho foi executado de forma de apresentar resultados práticos e, alternativas viáveis para destinação final dos resíduos e, com isso agregar valor aos resíduos dentro da cadeia produtiva.

A finalidade fundamental da pesquisa do trabalho foi a destinação de resíduos gerados durante a construção dos parques fotovoltaicos. Acrescido da experiência prática na gestão de resíduos de empreendimentos desta categoria.

A primeira parte do estudo expôs os conhecimentos teóricos, embasados por pesquisas bibliográficas e legislações sobre o referido assunto. Dentro dos contextos, conceitos e legislações aplicáveis ao assunto, é possível dentro associar aos resíduos gerados em cada parte do processo produtivo, as alternativas descritas dentro da primeira parte do estudo.

A segunda parte do estudo, foi reunir os dados levantados através do levantamento bibliográfico e as experiências práticas, onde contribuiu para elaboração da tabela para visualização das ações a serem seguidas em cada etapa do processo construtivo. Isso levando em consideração as ações estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e, com as Classificações dos resíduos conforme estabelecidas na ABNT NBR 10.004/2004.

## **6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

Para a construção desse trabalho, foram levantadas as etapas dos processos construtivos de uma usina fotovoltaica, onde os principais resíduos gerados foram mapeados e, apresentadas as alternativas para destinação dos resíduos gerados, de forma ambientalmente adequada para cada tipo de resíduo. Para as ações a serem realizadas para cada tipo de resíduo gerado dentro do processo construtivo de uma usina solar, utilizei como referência, o complexo solar Nova Olinda – Localizado no Estado do Piauí, especificadamente na cidade de Ribeira do Piauí - PI. Usina fotovoltaica essa, que para sua construção utilizou o

modelo de modulo fotovoltaico JKM315P-72 – 295 – 315 Watt POLY CRYSTALLINE MODULE Positivo Power da fabricante Jinko Solar.



Figura 1: Modulo Fotovoltaico KM315P-72 – 295 – 315 Watt POLY CRYSTALLINE MODULE Positivo Power da fabricante Jinko Solar.

Fonte: [http://www.gogetsolar.com.au/images/products/Jinko\\_Poly\\_300W.pdf](http://www.gogetsolar.com.au/images/products/Jinko_Poly_300W.pdf)

Para a construção do complexo fotovoltaico nova Olinda, foi utilizada uma área de 690 hectares, tendo sua capacidade de produção de 292 MW (sendo uma um espaço geográfico equivalente a 700 campos de futebol) e, com capacidade para produção de energia para atendimento de 300 mil residências, tendo a sua construção o período de Agosto de 2016 até dezembro de 2017. Para a construção da Usina Fotovoltaica Nova Olinda, foram utilizados 930 mil placas solares e, no auge da construção foram empregadas em torno de 2 mil pessoas.

O modelo de modulo fotovoltaico da Fabricante Jinko Solar, modelo JKM315P-72 – 295 – 315 Watt POLY CRYSTALLINE MODULE Positivo Power, foi adquirido para o complexo fotovoltaico Nova Olinda, em embalagens contendo 25 módulos cada. Tendo para quantidade instalada de módulos na Unidade Fotovoltaica Nova Olinda, o fornecimento de 37.200 embalagens.





Figura 2: Abertura das Caixas - Modulo Fotovoltaico KM315P-72 – 295 – 315 Watt POLY CRYSTALLINE MODULE Positivo Power da fabricante Jinko Solar.

Fonte: Acervo do autor



Figura 3: Área de Armazenamento de embalagens de módulos fotovoltaicos.

Fonte: Acervo do autor



| Quantitativo de Resíduos (Embalagens de Módulos Fotovoltaicos) |                                 |                                    |                              |                                                                |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Número de embalagens                                           | Quantidade de Módulos por caixa | Quantidade de Embalagens e paletes | Peso da Embalagem de Papelão | Quantidade de papelão gerada para instalação de 930 mil placas |
| 930 mil                                                        | 25 módulos fotovoltaicos        | 37200                              | Em torno de 3 kg por caixa   | 111600 kg de papelão                                           |

Tabela 1: Quantitativo de resíduos (embalagens de módulos fotovoltaicos).

Fonte: Elaborado pelo autor

Os Principais resíduos gerados durante a construção de usinas solares: Papelão, Madeira, plástico, sobras de cabos elétricos, resíduo de construção civil, resíduos metálicos, resíduos não recicláveis, resíduos orgânicos resíduos tecnológicos, resíduos contaminados (classe I) e, efluente sanitário.

Para mapear os resíduos gerados dentro do processo construtivo de uma unidade fotovoltaica, é importante conhecer as etapas construtivas e, através delas realizar o levantamento dos resíduos gerados em cada etapa de construção. As etapas significativas do processo construtivo de uma unidade fotovoltaica são:

- Atividade de Supressão Vegetal;
- Atividade de Construção de áreas de apoio (canteiro de obras, cozinha, refeitório, alojamentos, almoxarifados, ambulatório e, escritórios);
- Instalação de Cerca;
- Atividade de manutenção de veículos, máquinas e equipamentos;
- Atividade de construção de vias de acesso;
- Atividade de construção de áreas para recebimentos de materiais;
- Atividade de recebimento de materiais. Por exemplo: módulos fotovoltaicos; materiais estruturais, bem como estacas, eixos, parafusos e, demais itens aplicados a montagem mecânica; cabos elétricos; inversores e baterias, dentre outros matérias aplicados ao processo construtivo;
- Atividade de Cravação de Estacas e, montagem mecânica;
- Montagem de Painéis Fotovoltaicos;
- Atividade de passagem de Cabos;
- Instalação de Caixas de Passagens para cabos;

- Atividade de construção civil. Item aplicado em várias fases do processo construtivo, bem como na construção dos acessos, bases dos inversores, construção drenagem para água pluvial, subestação e, demais itens desta categoria aplicado aos processos construtivos das atividades.
- Atividades de elétrica em geral;
- Atividade de comissionamento;
- Atividade de instalação de circuito fechado de televisão;
- Atividade de Recuperação de Áreas Degradadas. Recuperação das áreas anteriormente utilizadas como áreas de apoio, como por exemplo as áreas de alojamento, canteiro de obras e, áreas de estocagem de materiais.

Ao realizar o levantamento das etapas construtivas, é possível realizar o levantamento dos tipos de resíduos a serem gerados durante as etapas construtivas e, as alternativas para destinação ambientalmente adequada para cada tipo de resíduo. Abaixo segue o levantamento dos resíduos significativos, gerados em cada fase do projeto de construção de uma usina fotovoltaica:

| TABELA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS X ALTERNATIVAS DE DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS |                                                     |                                                                              |                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Atividade de Supressão Vegetal                                                |                                                     |                                                                              |                                                         |
| Atividade                                                                     | Tipo de resíduo gerado                              | Tipo de Destinação Final                                                     | Período de Geração                                      |
| Impressão de Documentação                                                     | Papel                                               | Reciclagem                                                                   | Durante a realização da atividade de supressão vegetal. |
| Consumo de Água                                                               | Copos descartáveis                                  | Reciclagem                                                                   | Durante a realização da atividade de supressão vegetal. |
| Atividade de corte com motosserra                                             | Embalagens de produtos químicos - Resíduos Classe I | Higienização de embalagens contaminadas / coprocessamento e aterro classe I. | Durante a realização da atividade de supressão vegetal. |
| Geração de Material Lenhoso                                                   | Madeira                                             | Doação / Reaproveitamento / Beneficiamento Energético.                       | Durante a realização da atividade de supressão vegetal  |
| Construção de Áreas de Apoio                                                  |                                                     |                                                                              |                                                         |
| Atividade                                                                     | Tipo de resíduo gerado                              | Tipo de Destinação                                                           | Período de Geração                                      |

|                                                                                  |                                                                                                                                                  | Final                                                                                |                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Consumo de água                                                                  | Copos descartáveis                                                                                                                               | Reciclagem                                                                           | Durante o funcionamento das áreas comuns.                            |
| Atividade de Carpintaria                                                         | Geração de resíduo de madeira                                                                                                                    | Reaproveitamento, Doação, beneficiamento energético e, Aterro Industrial Classe II A | Durante a atividade de Mobilização e Desmobilização de áreas comuns. |
| Atividade de construção com alvenaria                                            | Geração de entulho                                                                                                                               | Aterro Industrial para Resíduo Classe II B e Beneficiamento                          | Durante a atividade de Mobilização e Desmobilização de áreas comuns. |
| Atividade de Pintura                                                             | Geração de Pincéis, rolos, bacias, trapos, latas de tintas.                                                                                      | Higienização de embalagens contaminadas / coprocessamento e aterro classe I          | Durante a atividade de Mobilização e Desmobilização de áreas comuns. |
| Iluminação das áreas comuns                                                      | Geração de Lâmpadas Fluorescentes queimadas.                                                                                                     | Reciclagem de Lâmpadas Fluorescentes                                                 | Durante o funcionamento das áreas comuns.                            |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades, projetos e procedimentos | Papel                                                                                                                                            | Reciclagem                                                                           | Durante o funcionamento das áreas comuns.                            |
| Consumo de água                                                                  | Copos descartáveis                                                                                                                               | Reciclagem                                                                           | Durante o funcionamento das áreas comuns.                            |
| Utilização de Banheiros, Copas e demais áreas comuns.                            | Geração de resíduos não recicláveis (papel higiênico, bitucas de cigarro, guardanapos, grampos de grampeador e, demais resíduos não recicláveis. | Destinação para aterro sanitário.                                                    | Durante o funcionamento das áreas comuns.                            |
| Utilização de Banheiros, Copas e demais áreas comuns.                            | Geração de Efluente Sanitário                                                                                                                    | Destinação para Estação de Tratamento de Esgoto                                      | Durante o funcionamento das áreas comuns e banheiros químicos.       |
| Cozinha e Refeitório                                                             | Geração de Resíduos Orgânicos                                                                                                                    | Compostagem                                                                          | Durante o funcionamento das áreas comuns.                            |
| Atividade de Almoxarifado                                                        | Geração de EPI's contaminados com hidrocarbonetos, tintas e solventes;                                                                           | Aterro Classe I, Coprocessamento.                                                    | Durante o funcionamento das áreas comuns.                            |
| Atividade de Almoxarifado                                                        | Geração de Epi's não contaminados                                                                                                                | Aterro Classe II                                                                     | Durante o funcionamento das áreas comuns.                            |

|                                                                  |                                                                                               |                                                                              |                                                                            |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Ambulatório                                                      | Geração de Resíduos de Saúde                                                                  | Tratamento Térmico                                                           | Durante o funcionamento das áreas comuns.                                  |
| Ambulatório                                                      | Geração de Resíduos Recicláveis (Papel e Plástico)                                            | Reciclagem                                                                   | Durante o funcionamento das áreas comuns.                                  |
| <b>Instalação de Cerca</b>                                       |                                                                                               |                                                                              |                                                                            |
| <b>Atividade</b>                                                 | <b>Tipo de resíduo gerado</b>                                                                 | <b>Tipo de Destinação Final</b>                                              | <b>Período de Geração</b>                                                  |
| Consumo de água                                                  | Copos descartáveis                                                                            | Reciclagem                                                                   | Durante a atividade de instalação de cerca.                                |
| Instalação de Cerca                                              | Sobra de sucata metálica                                                                      | Reciclagem                                                                   | Durante a atividade de instalação de cerca.                                |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades.          | Geração de Papel                                                                              | Reciclagem                                                                   | Durante a atividade de instalação de cerca.                                |
| <b>Manutenção de Veículos, Máquinas e Equipamentos (Oficina)</b> |                                                                                               |                                                                              |                                                                            |
| <b>Atividade</b>                                                 | <b>Tipo de resíduo gerado</b>                                                                 | <b>Tipo de Destinação Final</b>                                              | <b>Período de Geração</b>                                                  |
| Consumo de água                                                  | Copos descartáveis                                                                            | Reciclagem                                                                   | Durante o funcionamento da oficina.                                        |
| Manutenção de Veículos / Máquinas e Equipamentos                 | Geração de Resíduos Classe I (trapos, estopas, filtros de óleo, papelão contaminado com óleo; | Higienização de embalagens contaminadas / coprocessamento e aterro classe I. | Durante o funcionamento da oficina.<br>Durante o funcionamento da oficina. |
| Manutenção de Veículos / Máquinas e Equipamentos                 | Geração de Óleo Lubrificante usado.                                                           | Re-refino de Óleos Usados                                                    | Durante o funcionamento da oficina.                                        |
| Manutenção de Veículos / Máquinas e Equipamentos                 | Geração de resíduos não recicláveis                                                           | Aterro Sanitário                                                             | Durante o funcionamento da oficina.                                        |
| Manutenção de Veículos / Máquinas e Equipamentos                 | Geração de sucata metálica                                                                    | Reciclagem                                                                   | Durante o funcionamento da oficina.                                        |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades.          | Geração de Papel                                                                              | Reciclagem                                                                   | Durante o funcionamento da oficina.                                        |
| <b>Atividade de Construção de Vias de Acesso</b>                 |                                                                                               |                                                                              |                                                                            |
| <b>Atividade</b>                                                 | <b>Tipo de resíduo gerado</b>                                                                 | <b>Tipo de Destinação Final</b>                                              | <b>Período de Geração</b>                                                  |



|                                                              |                                                          |                                                                             |                                                       |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Consumo de água                                              | Copos descartáveis                                       | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de construção de via de acesso. |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades.      | Geração de Papel                                         | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de construção de via de acesso. |
| <b>Construção de Áreas para Recebimentos de Materiais</b>    |                                                          |                                                                             |                                                       |
| <b>Atividade</b>                                             | <b>Tipo de resíduo gerado</b>                            | <b>Tipo de Destinação Final</b>                                             | <b>Período de Geração</b>                             |
| Consumo de água                                              | Copos descartáveis                                       | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de construção de via de acesso. |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades.      | Geração de Papel                                         | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de construção de via de acesso. |
| <b>Atividade de recebimento de materiais</b>                 |                                                          |                                                                             |                                                       |
| <b>Atividade</b>                                             | <b>Tipo de resíduo gerado</b>                            | <b>Tipo de Destinação Final</b>                                             | <b>Período de Geração</b>                             |
| Consumo de água                                              | Copos descartáveis                                       | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de recebimento de materiais.    |
| Recebimento de materiais                                     | Resíduos recicláveis (papel, plástico e fitas de metal). | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de recebimento de materiais.    |
| Recebimento de materiais                                     | Geração de resíduos não recicláveis                      | Aterro Classe II A e II B e, aterro sanitário.                              | Durante as atividades de recebimento de materiais.    |
| Recebimento de materiais                                     | Geração de Madeira proveniente das embalagens            | Doação / Reaproveitamento / Beneficiamento Energético / Aterro Classe II A. | Durante as atividades de recebimento de materiais.    |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades.      | Geração de Papel                                         | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de recebimento de materiais.    |
| <b>Atividade de Cravação de Estacas e, Montagem Mecânica</b> |                                                          |                                                                             |                                                       |
| <b>Atividade</b>                                             | <b>Tipo de resíduo gerado</b>                            | <b>Tipo de Destinação Final</b>                                             | <b>Período de Geração</b>                             |
| Consumo de água                                              | Copos descartáveis                                       | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de montagem mecânica.           |
| Cravação de Estacas                                          | Geração de Resíduos Recicláveis (Sucata                  | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de montagem                     |



|                                                                                     | Metálica, papel e plásticos das embalagens)                        |                                                                             | mecânica.                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Cravação de Estacas                                                                 | Geração de Madeira                                                 | Doação / Reaproveitamento / Beneficiamento Energético / Aterro Classe II A. | Durante as atividades de montagem mecânica.                 |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades.                             | Geração de Papel                                                   | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de montagem mecânica.                 |
| <b>Montagem de Painéis Fotovoltaicos</b>                                            |                                                                    |                                                                             |                                                             |
| Atividade                                                                           | Tipo de resíduo gerado                                             | Tipo de Destinação Final                                                    | Período de Geração                                          |
| Consumo de água                                                                     | Copos descartáveis                                                 | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de montagem de painéis fotovoltaicos. |
| Montagem de Painéis Fotovoltaicos                                                   | Geração de Resíduos Recicláveis (Papel e plásticos das embalagens) | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de montagem de painéis fotovoltaicos. |
| Montagem de Painéis Fotovoltaicos                                                   | Geração de Madeira                                                 | Doação / Reaproveitamento / Beneficiamento Energético / Aterro Classe II A. | Durante as atividades de montagem de painéis fotovoltaicos. |
| Geração de Resíduos Recicláveis (Sucata Metálica, papel e plásticos das embalagens) | Geração de Painéis fotovoltaicos danificados                       | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de montagem de painéis fotovoltaicos. |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades.                             | Geração de Papel                                                   | Reciclagem                                                                  | Durante as atividades de montagem de painéis fotovoltaicos. |
| <b>Atividade de passagem de Cabos</b>                                               |                                                                    |                                                                             |                                                             |
| Atividade                                                                           | Tipo de resíduo gerado                                             | Tipo de Destinação Final                                                    | Período de Geração                                          |
| Consumo de água                                                                     | Copos descartáveis                                                 | Reciclagem                                                                  | Durante atividade de passagem de cabos.                     |
| Passagem de cabos                                                                   | Geração de Madeira (Madeiras de Bobinas vazias)                    | Doação / Reaproveitamento / Beneficiamento Energético / Aterro Classe II A. | Durante atividade de passagem de cabos.                     |
| Passagem de cabos                                                                   | Geração de Resíduo metálico (Sucatas                               | Reciclagem                                                                  | Durante atividade de passagem de cabos.                     |

|                                                         | Metálicas das Bobinas)                                                             |                                                                             |                                                        |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Passagem de cabos                                       | Geração de sobras de cabos                                                         | Reciclagem                                                                  | Durante atividade de passagem de cabos.                |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades. | Geração de Papel                                                                   | Reciclagem                                                                  | Durante atividade de passagem de cabos.                |
| <b>Instalação de Caixas de Passagens para cabos</b>     |                                                                                    |                                                                             |                                                        |
| <b>Atividade</b>                                        | <b>Tipo de resíduo gerado</b>                                                      | <b>Tipo de Destinação Final</b>                                             | <b>Período de Geração</b>                              |
| Consumo de água                                         | Copos descartáveis                                                                 | Reciclagem                                                                  | Durante atividade de instalação de caixas de passagem. |
| Instalação de Caixas de Passagens para cabos            | Sobras de Plástico provenientes das aberturas das caixas para passagens dos cabos. | Reciclagem                                                                  | Durante atividade de instalação de caixas de passagem. |
| Instalação de Caixas de Passagens para cabos            | Sobras de sucatas metálicas provenientes das caixas de passagens e, embalagens     | Reciclagem                                                                  | Durante atividade de instalação de caixas de passagem. |
| Passagem de cabos dentro de Kanaflex                    | Geração de resíduos plásticos                                                      | Reciclagem                                                                  | Durante atividade de instalação de caixas de passagem. |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades. | Geração de Papel                                                                   | Reciclagem                                                                  | Durante atividade de instalação de caixas de passagem. |
| <b>Atividade de Construção Civil</b>                    |                                                                                    |                                                                             |                                                        |
| <b>Atividade</b>                                        | <b>Tipo de resíduo gerado</b>                                                      | <b>Tipo de Destinação Final</b>                                             | <b>Período de Geração</b>                              |
| Consumo de água                                         | Copos descartáveis                                                                 | Reciclagem                                                                  | Durante a execução das atividades de construção civil. |
| Construção de Formas e atividades de carpintaria        | Geração de resíduos de madeira                                                     | Doação / Reaproveitamento / Beneficiamento Energético / Aterro Classe II A. | Durante a execução das atividades de construção civil. |
| Construção de estruturas de alvenaria                   | Geração de entulho e calças                                                        | Aterro Industrial para Resíduo Classe II B e Beneficiamento                 | Durante a execução das atividades de construção civil. |
| Utilização de Produtos Químicos                         | Embalagens de produtos químicos - Resíduos Classe I                                | Higienização de embalagens contaminadas /                                   | Durante a execução das atividades de construção civil. |

|                                                         |                                                          |                                                                             |                                                        |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                         |                                                          | coprocessamento e aterro classe I.                                          |                                                        |
| Atividade de Armação                                    | Geração de sucata metálica                               | Reciclagem                                                                  | Durante a execução das atividades de construção civil. |
| Consumo de Cimento                                      | Geração de Resíduos Não Recicláveis                      | Aterro Industrial II A                                                      | Durante a execução das atividades de construção civil. |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades. | Geração de Papel                                         | Reciclagem                                                                  | Durante a execução das atividades de construção civil. |
|                                                         |                                                          |                                                                             |                                                        |
| <b>Atividades de Elétrica em Geral</b>                  |                                                          |                                                                             |                                                        |
| <b>Atividade</b>                                        | <b>Tipo de resíduo gerado</b>                            | <b>Tipo de Destinação Final</b>                                             | <b>Período de Geração</b>                              |
| Consumo de água                                         | Copos descartáveis                                       | Reciclagem                                                                  | Durante a execução das atividades de elétrica.         |
| Interligações de Painéis                                | Geração de sobras de cabos elétricos                     | Reciclagem                                                                  | Durante a execução das atividades de elétrica.         |
| Montagem de circuitos elétricos                         | Geração de plástico e papel provenientes das embalagens; | Reciclagem                                                                  | Durante a execução das atividades de elétrica.         |
| Montagem de circuitos elétricos                         | Geração de Resíduos de Madeira proveniente da embalagens | Doação / Reaproveitamento / Beneficiamento Energético / Aterro Classe II A. | Durante a execução das atividades de elétrica.         |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades. | Geração de Papel                                         | Reciclagem                                                                  | Durante a execução das atividades de elétrica.         |
|                                                         |                                                          |                                                                             |                                                        |
| <b>Atividade de Comissionamento</b>                     |                                                          |                                                                             |                                                        |
| <b>Atividade</b>                                        | <b>Tipo de resíduo gerado</b>                            | <b>Tipo de Destinação Final</b>                                             | <b>Período de Geração</b>                              |
| Consumo de água                                         | Copos descartáveis                                       | Reciclagem                                                                  | Durante a execução das atividades de Comissionamento.  |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades. | Geração de Papel                                         | Reciclagem                                                                  | Durante a execução das atividades de Comissionamento.  |
|                                                         |                                                          |                                                                             |                                                        |
| <b>Atividade de Recuperação de Áreas Degradadas</b>     |                                                          |                                                                             |                                                        |
| <b>Atividade</b>                                        | <b>Tipo de resíduo gerado</b>                            | <b>Tipo de Destinação Final</b>                                             | <b>Período de Geração</b>                              |
| Consumo de água                                         | Copos descartáveis                                       | Reciclagem                                                                  | Durante a execução das atividades de                   |

|                                                         |                                                                                |                                                                             |                                                                       |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                                         |                                                                                |                                                                             | Recuperação de Áreas Degradadas.                                      |
| Utilização de adubo e hidrogel                          | Geração de resíduos recicláveis provenientes das embalagens (papel e plástico) | Reciclagem                                                                  | Durante a execução das atividades de Recuperação de Áreas Degradadas. |
| Atividade de Escoramento de Mudas                       | Geração de resíduos de madeira                                                 | Doação / Reaproveitamento / Beneficiamento Energético / Aterro Classe II A. | Durante a execução das atividades de Recuperação de Áreas Degradadas  |
| Impressão de Documentação para liberação de atividades. | Geração de Papel                                                               | Reciclagem                                                                  | Durante a execução das atividades de Recuperação de Áreas Degradadas  |

Tabela 2: Tabela de Geração de Resíduos x Alternativas de destinação final de resíduos.

Fonte: Elaborado pelo autor

As ações previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos da Lei nº 12.305/2010 prediz a redução de resíduo na fonte, bem como ações que estabeleçam novas práticas que fomentem o consumo sustentável. Isso através de ferramentas que proporcionem a potencialização das ações no que tange ao reaproveitamento de materiais, a inserção dos catadores e cooperativas na cadeia de materiais que irão ser destinados para reciclagem, a inclusão da logística reversa como ferramenta de destinação final adequada para os resíduos e, a possibilidade de agregar valor ao resíduo que possui possibilidade de reciclagem.

Levando as ideias das considerações descritas na Política Nacional de Resíduos Sólidos, os resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do processo construtivo foi mapeada e, realizado um levantamento através da classe de cada tipo de resíduo e, as possíveis alternativas de destinações. Os efeitos desse levantamento foram inseridos na tabela 2, com a finalidade de melhorar o aspecto visual das informações. Para elaboração da tabela 2, foi levado em consideração a classificação dos resíduos dentro da NBR 10.004/2004, estabelece a classificação dos resíduos conforme a sua classe.

Dentro das etapas construtivas dos parques fotovoltaicos a questão social está muito presente em todas as fases dos projetos. Em sua maioria, por se tratarem de unidades construídas em áreas afastadas dos grandes centros e, nos interiores de Estados, como por exemplo o Piauí – PI. Muitos dos resíduos possuem um



grande potencial de reaproveitamento, isso por conta de suas características, por exemplo as madeiras das embalagens dos painéis e equipamentos, que possuem inúmeras aplicabilidades dentro das fases de reaproveitamento.



Figura 4: Reaproveitamento de madeira provenientes das embalagens dos componentes eletrônicos, para fabricação de caixas para abelhas. Local: Assentamento Marrecas – São João do Piauí – PI.

Fonte: Acervo do autor



Figura 5: Reaproveitamento de madeira provenientes das bobinas de cabos vazias, para fabricação de moveis.

Fonte: Acervo do autor

O levantamento do quantitativo de resíduo a ser gerado dentro do projeto, será o diferencial para a implantação das ações necessárias para uma boa gestão

de resíduos a ser realizada. A maioria dos resíduos gerados durante a construção dos parques fotovoltaicos, possuem a possibilidade de reaproveitamento e reciclagem. Porém a dificuldade de locais próximos aos projetos para destinação dos resíduos, ainda é um grande gargalo para o setor. Isso tendo em vista o custo logístico para o envio dos resíduos para reciclagem, que por sua maioria das vezes, as recicladoras estão nos grandes centros e, distantes das áreas dos projetos. Uma alternativa bastante significativa para a gestão dos resíduos recicláveis, por exemplo o papelão que possuem grande volume, é a prensagem do papelão dentro do próprio projeto. Item que irá viabilizar muito no momento do transporte, gerando uma economia no custo de diesel, diminuirá os riscos logísticos das estradas, proporcionará visibilidade econômica, satisfação pelas partes interessadas e, qualidade ambiental do projeto.



Figura 6: Fardos de papelões das embalagens dos módulos fotovoltaicos.

Fonte: Acervo do autor

Para gestão dos resíduos orgânicos em obra, é possível a instalação de uma composteira. Onde com isso é possível fomentar a cultura de cultivo orgânico, melhora na qualidade do solo, produção de hortaliças dentro do projeto, capacitação de mão de obra local para operação da composteira e, a horta da comunidade e, diversos outros benefícios inerentes a essa atividade.





Figura 7: Horta que utiliza adubo orgânico, proveniente da atividade de compostagem. Resíduo gerado em cozinha e refeitório de obra.

Fonte: Acervo do autor

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para possuírmos uma gestão eficiente dos resíduos gerados em decorrência da execução das nossas atividades, precisamos antes conhecer as etapas de construção. No caso das usinas fotovoltaicas, não é diferente. Apesar de serem empreendimentos com poucos anos de desenvolvimento e execução no Brasil, já ocupam lugar de destaque na matriz energética brasileira. Nesse caso, quanto maior destaque, maior geração de resíduo proveniente dessa fonte de energia renovável. Com isso, é cada vez mais fundamental conhecer as etapas construtivas e, os processos que geram resíduos significativos e, as ações para destinação correta desses resíduos. Nesse pensamento, vamos observar que teremos inúmeras possibilidades de destinação dos resíduos, que irão desde ao reaproveitamento de materiais, reciclagem, logística reversa, até atividades mais complexas como o coprocessamento.

A realização deste trabalho, permitiu observar que o problema com as questões dos Resíduos gerados durante as etapas de construções de usinas fotovoltaicas, podem ser minimizados através de boas ações no que tange o gerenciamento de resíduos e agregarmos valores ao resíduo.

Para a construções de unidades fotovoltaicas são gerados muitos resíduos e, dos mais diversos, porém a sua maioria são resíduos recicláveis e, ou resíduos com potencial de reaproveitamento. Resíduos esses que podem virar matéria primas para outros processos.

Para obtenção de bons resultados, considera-se, portanto, de extrema importância a nova Política de Resíduos Sólidos implementada, pois atualmente obtêm-se inúmeros benefícios para empresas, como também atribuições e responsabilidades para o governo e sociedade em geral.



## REFERÊNCIAS

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2007.

BRINGHENTI, Jacqueline. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação da população**. São Paulo, 2004. [Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo]. Disponível em : <  
<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-07122009-091508/publico/JacquelineBringheti.pdf>>. Acessada em 10 de out. 2019.

CHEHEBE, J. R. **Análise do ciclo de vida de produtos**: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: QualityMark, 1997.

DONAIRE, Denis. **Gestão Ambiental na empresa**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1995.

CABRAL, Eduardo. **Considerações Sobre Resíduos Sólidos**. Disponível em <  
[http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao de Residuos Solidos PGTGA/CONSIDERACOES SOBRE RESIDUOS SOLIDOS.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao%20de%20Residuos%20Solidos%20PGTGA/CONSIDERACOES%20SOBRE%20RESIDUOS%20SOLIDOS.pdf)>. Acessada em 13 de out. 2019.

KIEHL, E. S. **Manual de Compostagem: Maturação e qualidade do composto**. Piracicaba, SP, Divisão de Biblioteca e Documentação “Luiz de Queiros”/USP, 1998.

MAZZER, Cassiana; CAVALCANTE, Oswaldo Albuquerque. **Introdução à Gestão Ambiental de Resíduos**. Informa, v. 16, nº 11-12, 2004. Disponível em: <  
<http://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/77/i04-aintroducao.pdf>>. Acessada em 11 out. 2019.

MONTEIRO JHP, Figueiredo CEM, MAGALHÃES AF, Melo Maf, Brito JCX, Almeida TPF, Mansur GL. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM 2011. Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>. Acessada em 10 de out.2019.

ROCHA, Marcelo Borges; DOS SANTOS, Nathalia de Paula; NAVARRO, Silvana Salgado. **Educação Ambiental na Gestão de Resíduos**. Disponível em:  
<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:geLIMRYfwpIJ:https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/download/2473/1670+&cd=3&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acessado em 16/10/2019.

WERNER, Eveline de Magalhães; BACARJI, Alencar Garcia; HALL, Rosemar José; Produção mais Limpa: Conceitos e Definições Metodológicas. Disponível em

[https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos09/306\\_306\\_PMaisL\\_Conceitos\\_e\\_Definicoes\\_Metodologicas.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos09/306_306_PMaisL_Conceitos_e_Definicoes_Metodologicas.pdf). Acessada em 14 de out. 2019.

VALLE, C. E. **Qualidade Ambiental: Como ser competitivo protegendo o meio ambiente**. São Paulo: Pioneira, 1995.

WILLE, Mariana Muller. **Logística Reversa. Conceitos, Legislação e Sistema de Custeio Aplicável**. Disponível em <<http://www.opet.com.br/faculdade/revista-cc-adm/pdf/n8/LOGISTICA-REVERSA.pdf>>. Acessada em 24 out. 2019.

< <http://pt.wikipedia.org/wiki/Chorume>>. Acessada em 20 de out. 2019.

<<https://www.portalsolar.com.br/usina-solar.html>>. Acessada em 24 de out. 2019.

[http://www.gogetsolar.com.au/images/products/Jinko\\_Poly\\_300W.pdf](http://www.gogetsolar.com.au/images/products/Jinko_Poly_300W.pdf). Acessada em 02 de set.2020.

<https://www.pi.gov.br/noticias/piaui-avanca-na-producao-de-energia-solar-e-e-destaque-na-geracao-de-energia->

<limpa/#:~:text=Empregando%20cerca%20de%202%20mil,quase%20R%24%201%20bilh%C3%A3o%20investido>. Acessada em 02 de set.2020.

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Parque\\_Solar\\_Nova\\_Olinda#:~:text=O%20Parque%20Solar%20Nova%20Olinda,localizado%20em%20Ribeira%20do%20Piau%C3%AD](https://pt.wikipedia.org/wiki/Parque_Solar_Nova_Olinda#:~:text=O%20Parque%20Solar%20Nova%20Olinda,localizado%20em%20Ribeira%20do%20Piau%C3%AD).

Acessada em 02 de set.2020.

<https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/maior-parque-solar-da-america-latina-e-inaugurado-no-piaui.ghtml>. Acessada em 02 de set.2020.

<https://www.jinkosolar.com/en/site/dwinstall>. Acessada em 02 de set.2020.