

**UNIVERSIDADE DE SOROCABA
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
PROCESSOS TECNOLÓGICOS E AMBIENTAIS**

Wagner Vieira Rodrigues

**RELATÓRIO TÉCNICO SOBRE A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL EM
ÁREA CONTENDO AREIA DE FUNDIÇÃO**

**Sorocaba/SP
2018**

Wagner Vieira Rodrigues

**RELATÓRIO TÉCNICO SOBRE A RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL EM ÁREA CONTENDO AREIA DE FUNDIÇÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre à banca examinadora do Programa de pós-graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba como exigência para obtenção do título de Mestre em Processos Tecnológicos e Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Angela Faustino Jozala

Sorocaba/SP

2018

Wagner Vieira Rodrigues

**RELATÓRIO TÉCNICO SOBRE A RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL EM ÁREA CONTENDO AREIA DE FUNDIÇÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre à banca examinadora do Programa de pós-graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba como exigência para obtenção do título de Mestre em Processos Tecnológicos e Ambientais.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Angela Faustino Jozala
Universidade de Sorocaba

Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva
Universidade de Sorocaba

Prof. Dr. Norberto Aranha
Universidade de Sorocaba

A minha esposa, Valéria e meus filhos,
Renan e Rafaelle, alicerces de minha
existência.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a DEUS, que meu deu a essência da minha vida, que me proporcionou força e saúde, iluminou o meu caminho durante esta caminhada e sempre me prestou o socorro nas horas de angústia.

A minha esposa, Valéria, meus filhos, Renan e Rafaele.

Aos meus pais e irmãos.

Ao corpo docente do curso de mestrado da Universidade de Sorocaba, especialmente, a Dr.^a Ângela Faustino Jozala, pelas orientações no desenvolvimento deste trabalho.

Muito obrigado!

“Quando a última árvore for cortada, quando o último rio for poluído, quando o último peixe e animais forem mortos, aí o homem irá perceber que o dinheiro não se come...” (Provérbio indígena norte-americano)

RESUMO

A questão da recuperação ambiental resultante de contaminação de solos por uso indevido e descartes vem se evidenciando como fator de influência no rigor das fiscalizações, legislações e normas a serem seguidas nas licenças de operações referentes aos depósitos de resíduos sólidos. Neste trabalho serão apresentados os procedimentos logísticos da recuperação ambiental de uma área de 6.000 m² com solo contaminado por resíduos com areia de fundição. Trata-se de uma área de preservação permanente que sofreu um passivo ambiental gerando penalidade imposta pelo Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental, que determinou o plantio de 1.020 mudas de espécies nativas. Para o cumprimento do Termo, foram aplicados na recuperação do local os adubos químicos NPK 04-14-08, calcário em conjunto com adubos orgânicos, compostos de terra vegetal, esterco animal e bagaço de cana-de-açúcar. O processo foi monitorado, as falhas corrigidas e os resultados medidos. A mistura dos adubos químicos e orgânicos favoreceu o controle da temperatura do solo e, conseqüentemente, o surgimento de vegetações rasteiras, além de possibilitar o desenvolvimento das mudas.

Palavras-chave: Recuperação ambiental. Bagaço de cana-de-açúcar. Areia de fundição. Adubos químicos. Temperatura do solo.

ABSTRACT

The issue related to environmental recovery resulting from land contamination due to improper use of the land and contaminated discards has been evidenced as a factor of influence in the rigor of the inspections, legislation and norms to be followed by companies regarding deposit of solid residues. In this technical report, we present the procedures in logistics of the environmental recovery of an area of 6,000 m² with soil containing foundry sand residues. It is about a permanent preservation area that suffered an environmental liability generating a penalty imposed by the Term of Commitment of Environmental Recovery, which determined the planting of 1,020 seedlings of native species from the region. To comply with the Term, the chemical fertilizers NPK 04-14-08, limestone in conjunction with organic fertilizers, composed of vegetal soil, cattle manure and sugarcane bagasse were applied to the on-site recovery. The process was monitored, the faults were corrected, and the results were measured. The mixture of chemical and organic fertilizers favored the control of soil temperature and, consequently, the appearance of undergrowth vegetation, besides allowing the development of seedlings.

Keywords: Environmental recovery. Sugarcane bagasse. Casting sand. Chemical fertilizers. Soil temperature.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Depósito de areia verde – com argila.....	20
Figura 2 - Comparação entre a areia verde (de cor branca) e a areia de fundição (de cor preta)	20
Figura 3 – Resíduos de areia de fundição.....	21
Figura 4 - Fluxograma de trabalho de recuperação ambiental	22
Figura 5 - Delimitação da área destinada à recuperação ambiental	23
Figura 6 - Divisão da área total em setores de recuperação	24
Figura 7 - Adubo de origem animal	27
Figura 8 – Broca utilizada para a abertura de furos no solo	29
Figura 9 – Furo contendo a mistura de produtos orgânicos e inorgânicos	29
Figura 10 – Amostras enviadas para análise de solo	30
Figura 11 – Área demarcada em recuperação	32
Figura 12 – Solo tratado e o surgimento de vegetação rasteira	35
Figura 13 – Início do reflorestamento - 2012.....	35
Figura 14 – Estágio inicial de regeneração ano de 2016.....	36
Figura 15 – Plantas em estágio de desenvolvimento - 2016.....	37
Figura 16 – Plantas em estágio de desenvolvimento - 2017.....	37
Figura 17 – Apresentação do solo após tratamento com produtos orgânicos e químicos	38
Figura 18 – Medição de uma Paineira rosa – fase inicial da regeneração	38
Figura 19 - Circunferência após cinco anos do plantio - Tingui.....	39
Figura 20 – Circunferência após cinco anos do plantio - Pau d’alho.....	39
Figura 21 – Circunferência após cinco anos do plantio – Ipê amarelo	40

LISTA DE SIGLAS

ABIFA	Associação Brasileira de Fundição
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABETRE	Associação Brasileira de Tratamento de Resíduos Sólidos
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CFA	Coordenadoria de Fiscalização Ambiental
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIESP	Centro das Indústrias do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
FENAF	Feira Latino-americana de Fundição
NPK	Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K)
SMA	Secretária do Meio Ambiente
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
TCRA	Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	16
3.2 RESTAURAÇÃO AMBIENTAL	16
3.3 RESOLUÇÕES DA SECRETÁRIA DO MEIO AMBIENTE (SMA).....	17
3.4 RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS POR INDÚSTRIAS DE FUNDIÇÃO	18
3.5 LEIS DE CRIMES AMBIENTAIS.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA A SER RECUPERADA	23
4.2 ANÁLISE DE TEMPERATURA DO SOLO	24
4.3 UTILIZAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS NA RECUPERAÇÃO DO SOLO.....	25
4.3.1 Produtos químicos e suas funções no solo	25
4.3.2 Produtos orgânicos e suas funções no solo	26
4.3.3 Adubo de origem animal.....	26
4.3.4 Bagaço de cana-de-açúcar	27
4.4 EXECUÇÃO DOS ESTUDOS NAS ÁREAS DELIMITADAS	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 ANÁLISE E TEMPERATURA DO SOLO	30
5.2 TRATAMENTO DO SOLO	31
5.3 REFLORESTAMENTO: PLANTIO DAS MUDAS	34
6 CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS.....	43
APÊNDICE A – INVENTÁRIO FLORESTAL: RELAÇÃO DE MUDAS PLANTADAS NA ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	46
ANEXO A – RESULTADOS DE ANÁLISE DE SOLO.....	47

1 INTRODUÇÃO

Os números referentes à geração de resíduos sólidos revelam um total anual de quase 78,3 milhões de toneladas no Brasil, resultante de uma queda de 2% no montante gerado em relação a 2015, segundo o relatório de 2016 da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2016). Outro levantamento, realizado pela mesma instituição, relata que apenas 22% dos resíduos industriais têm a destinação correta, sendo que os 78% restantes são despejados no meio ambiente de forma irregular.

De 2009 a 2017, a indústria brasileira de fundição vem sofrendo um declínio significativo em sua produção, interrompendo um ciclo de recordes consecutivos em anos anteriores. Já no ano de 2017, num sinal positivo de recuperação, a produção foi de 2.215,7 mil toneladas fundidas; 5,4% mais do que no ano anterior. Esse resultado se deve, principalmente à indústria automotiva que é a principal consumidora de fundido no país, sendo em grande parte impulsionada pela exportação. Os prognósticos para 2018 são otimistas no setor automobilístico, refletindo diretamente no setor de fundição. (ABIFA, 2018).

Segundo relatório da Feira latino-americana de fundição (FENAF), o Brasil “tem capacidade para produzir 4 milhões de toneladas de peças fundidas anualmente” sendo que seu recorde foi em 2008, quando contabilizou 3,5 milhões de toneladas. A projeção de produção para 2017 era de 2,315 milhões de toneladas de peças fundidas e faturamento de US\$ 7,5 bilhões. (ABIFA, 2017)

Todo esse desenvolvimento na indústria da fundição representa proporcional aumento no consumo de areia de fundição. No ano de 2014 (último relatório de que se dispõe), um levantamento sobre a produção anual dos últimos anos evidenciou que a produção de fundidos utilizando areia de fundição no Brasil atingira uma média de três milhões de toneladas e os valores FOB desses fundidos permaneceu em torno de US\$2,74/kg, totalizando

um giro de oito bilhões de dólares, o que demonstra que esse seguimento se constitui em um grande setor da economia do Brasil (ABIFA, 2014).

A antiga Metalúrgica Barros Monteiro, fundada em Sorocaba pelos empresários João Monteiro e Sérgio Augusto da Silva Barros, foi a pioneira na década de 1970, especializada em metalurgia ferroviária, na fabricação de trilhos de trem. Silva Barros foi muito atuante nas pesquisas ferroviárias, tendo chegado a buscar tecnologias no Japão, o que lhe trouxe reconhecimento na época, pelo Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP), tornando-se referência no setor industrial. Vendida para empresários franceses nos anos final do 80, a empresa passou a se chamar Vossloh Cogifer do Brasil Metalúrgica MBM S.A.

Durante 41 anos a empresa utilizou uma área de 6.000m² de preservação permanente, às margens de uma lagoa e do Rio Sorocaba para descarte de resíduos de areia de fundição. Por não ter as devidas licenças ambientais, a empresa foi autuada pela Polícia Militar Ambiental, conforme processo Auto de Infração Ambiental nº 255.161/2011, onde foi firmado o Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental para ser executado o plantio de 1.020 (mil e vinte) mudas de espécies nativas regionais, além de estar obrigada a tomar medidas de remediação, medida estrutural, medida não estrutural, medidas corretivas, preventivas e inovadoras para a recuperação do solo. No ano de 2011, a Vossloh Cogifer do Brasil contratou uma empresa para a execução dos serviços de terraplanagem naquela área, seguida do plantio das mudas.

Entretanto, devido ao excesso de areia de fundição impregnada no solo, não se observou o desenvolvimento das plantas ou qualquer melhoria na região, sendo que todas as mudas plantadas morreram. Passou-se, então, agora sob nossos cuidados, ao tratamento de solo com a utilização de adubos químicos e orgânicos. Este trabalho busca apresentar os resultados dos métodos utilizados nessa fase da recuperação do passivo ambiental da área.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Recuperar uma área de 6.000m² degradada por resíduos sólidos provenientes de uma indústria metalúrgica específica, na cidade de Sorocaba – SP.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar geograficamente local a ser executada a recuperação ambiental.
- Utilizar adubos químicos e orgânicos na recuperação do solo
- Monitorar a temperatura do solo
- Realizar o inventário florestal

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nas últimas décadas, a ação dos seres humanos tem provocado mais alterações na Terra e nos seus ecossistemas do que em qualquer outro período comparável da história. A contaminação do ambiente, em uma escala mundial, agravou-se a partir da Segunda Guerra Mundial, devido à acelerada expansão industrial.

A destruição de ambientes naturais tem causado impactos ambientais sobre todo o planeta, afetando de forma direta todas as formas de vida. Entre outros problemas, observa-se a perda de biodiversidade e degradação dos solos e da água. O choque ambiental provocado reflete-se nos sistemas econômicos e sociais humanos, o que tem conduzindo a discussão das estratégias de conservação da natureza por rumos que incluem, não somente questões técnicas, mas também aspectos políticos.

A recuperação de áreas degradadas está intimamente ligada à ciência da restauração ecológica. Restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. Um ecossistema é considerado recuperado – e restaurado – quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem auxílio ou subsídios adicionais. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018)

O artigo 2 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, estabelece, para seu fim específico, a distinção entre um ecossistema “recuperado” de um “restaurado”, nos seguintes termos:

XIII - recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;

XIV - restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original; (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018)

3.1 Recuperação ambiental

Quer em terras públicas ou particulares, para que se garanta a preservação de áreas naturais, há a necessidade permanente de imposição legal de limites às ações humanas. Esses limites com frequência geram conflitos, devido a interesses pessoais, empresariais ou de governo envolvidos nas questões ambientais, tornando a abordagem do tema e as ações efetivas tarefas nem sempre fáceis, nem sempre bem-sucedidas.

No Brasil, existe a chamada “reserva legal”, um instrumento estabelecido pelo Código Florestal, lei nº 7.441 de 1965, cuja a finalidade é garantir o uso sustentável dos recursos naturais e conservar a biodiversidade e processos ecológicos. Os temas da reserva legal são discutidos por proprietários, governos e setores da sociedade ligados à área ambiental.

Em todos projetos de recuperação ambiental, deve-se ter em conta

[...] o grau de alteração, as condições das áreas em termos de solo, drenagem e recomposição vegetal natural, e indicadas as medidas a serem tomadas para a sua recuperação ambiental, incluindo-se as correções físicas e químicas necessárias e a implantação de espécies nativas pertencentes aos ambientes naturais da região. (RECUPERAÇÃO AMBIENTAL, 2018)

3.2 Restauração ambiental

A restauração ambiental é entendida como o retorno de uma área às condições existentes antes da degradação, considerando assim, o mesmo sentido usado para a restauração de bens culturais, como edifícios históricos.

A lei Federal 99.885/2000 define a restauração ambiental como a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível de sua condição original”.

A Norma Técnica NBR 13.030, define restauração como o conjunto de procedimentos por meio dos quais é realizada a reposição das exatas condições ecológicas da área degradada pela mineração, de acordo com o planejamento estabelecido (ABNT, 1999).

3.3 Resoluções da Secretária do Meio Ambiente (SMA)

A Resolução SMA 021, de 21 de novembro de 2001, “fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas”. Em seu artigo 1º, diz a Resolução:

Art. 1º - Com a finalidade de ser promovido o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas, especialmente nas matas ciliares, o Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais - DEPRN, da Pasta, observado o rigoroso cumprimento do disposto no Decreto nº 46.113, de 21 de setembro de 2001, verificará a possibilidade, consideradas as peculiaridades locais e regionais e tanto quanto possível, do uso de espécies nativas, constantes do Anexo a esta resolução:

I - nas seguintes proporções:

- a) 30 espécies distintas para projetos de até 1 hectare;
- b) 50 espécies distintas para projetos de até 20 hectares;
- c) 60 espécies distintas para projetos de até 50 hectares;
- d) 80 espécies distintas para projetos com mais de 50 hectares.

II - sendo priorizada a utilização de espécies ameaçadas de extinção, respeitando-se as regiões ou formações de ocorrência, na seguinte proporção:

- a) 5% (cinco por cento) das mudas, com pelo menos 5 espécies distintas, para projetos de até 1 hectare;
- b) 10% (dez por cento) das mudas, com pelo menos 10 espécies distintas, para projetos de até 20 hectares;
- c) 10% (dez por cento) das mudas, com pelo menos 12 espécies distintas, para projetos de até 50 hectares;
- d) 10% (dez por cento) das mudas, com pelo menos 15 espécies distintas para projetos com mais de 50 hectares. [...]

(SMA, 2001).

A Resolução SMA 047, de 26 de novembro de 2003, “Altera e amplia a Resolução SMA 21, de 21/11/2001; fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas”.

O parágrafo 3, do artigo 1 da Lei, define as espécies de árvores que devem ser escolhidas na recuperação de áreas degradadas: “[...] deverão contemplar os dois grupos ecológicos: pioneiras (pioneiras e secundárias iniciais) e não pioneiras (secundárias tardias e climáticas), considerando-se o limite mínimo de 40% para qualquer dos grupos” (SMA, 2003).

3.4 Resíduos sólidos gerados por indústrias de fundição

A fundição é um dos mais antigos métodos de fabricação empregados pela humanidade. As primeiras fundições de que se tem registro, datam do século IV a.C., na China. Embora qualquer metal possa ser fundido, os mais predominantes na indústria são ferro, alumínio, aço e ligas de cobre-base. As peças fundidas podem variar em peso de menos de uma onça para peças individuais até várias centenas de toneladas, para peças industriais. (ANDRADE, 2018). E é definida como o conjunto de atividades necessárias para dar forma específica a materiais metálicos. Essas atividades são pré-estabelecidas por meio de fusão, sendo o vazamento do metal líquido derramado em moldes adequados, e lingotamento, ou seja, a solidificação. (TÂMEGA, 2013)

Devido às questões ambientais, todas as empresas que exercem suas atividades de fundição com consciência ecológica, em acordo com os interesses do bem-estar do homem e do planeta, devem optar pela implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), visto que este sistema traz em sua estrutura mecanismos que diminuem os impactos negativos ambientais, fazendo com que as empresas se posicionem de forma positiva para o tratamento, armazenamento e destinação correta dos resíduos sólidos (TOCCHETTO, 2005).

Segundo Silva e Przybysz (2014, p. 105), “o SGA corresponde a um conjunto de políticas, planejamentos e procedimentos organizacionais, administrativos e técnicos para que uma empresa possa obter o mais adequado desempenho ambiental”.

Nas questões relativas à geração e administração de resíduos sólidos, as empresas devem seguir as normas ABNT-NBR, (10.004, 10.005, 10.006 e 10.007), indicando a classificação, apresentando amostragem e definindo a

destinação correta de seus resíduos. Todas essas atividades necessitam de Licença de Operação do órgão ambiental competente - no Estado de São Paulo o órgão responsável é a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (ABNT, 2004).

Na construção de trilhos de transportes ferroviários, apesar de avançadas tecnologias, o molde de areia continua sendo um dos mais utilizados devido ao baixo custo das matérias primas, grande variedade de formas e a possibilidade de reciclagem da areia de moldagem (SAIKAEW; WIENGWISSET, 2012).

A areia verde, o principal componente de moldagem ou de marcharia nas fundições, é um agregado fino, denominado “areia de base” à qual são misturados ligantes ou aglomerantes que têm a finalidade de garantir a manutenção da forma dos machos e das cavidades internas dos moldes durante o processo de fundição (PENKAITIS, 2012). Os moldes confeccionados com areia aglomerada dão origem a mais de 80% dos produtos fundidos no Brasil.

Na fundição de metais, o processo de moldagem consiste em encher com metal líquido a cavidade de um molde de areia com formato e medidas correspondentes aos da peça a ser fabricada (TÂMEGA, 2013).

Segundo Adegas (2007) as areias de fundição representam o principal resíduo produzido pela indústria metalúrgica. Os autores indicam que, em virtude do amplo volume gerado, é necessária a elaboração de um gerenciamento adequado que vise, além de minimizar a geração dos resíduos, encontrar soluções para sua reutilização.

O principal componente da areia utilizada na moldagem nas fundições é um material mineral, sem consideração de composição química, com granulometria que varia de 2mm a 5mm, conhecido como “areia verde”. Segundo a ABIFA (1999), a areia verde tem como principal aglomerante a argila. (Figura 1).

Figura 1 – Depósito de areia verde – com argila



Fonte: Elaboração própria

A Figura 2 evidencia a diferença entre a areia verde (de cor branca, somente misturada com argila, terra e areia) e a areia de fundição, de cor preta (depositada no balde).

Figura 2 - Comparação entre a areia verde (de cor branca) e a areia de fundição (de cor preta)



Fonte: Elaboração própria.

Os estudos realizados em relação aos danos causados pelo descarte de

areia de fundição e as possíveis soluções são motivados por fatores de ordem social, econômica e ambiental. Atualmente, o gerenciamento de resíduos de areias de fundição (Figura 3) vem sendo alvo de controle por parte de órgãos ambientais públicos.

Figura 3 – Resíduos de areia de fundição



Fonte: Elaboração própria.

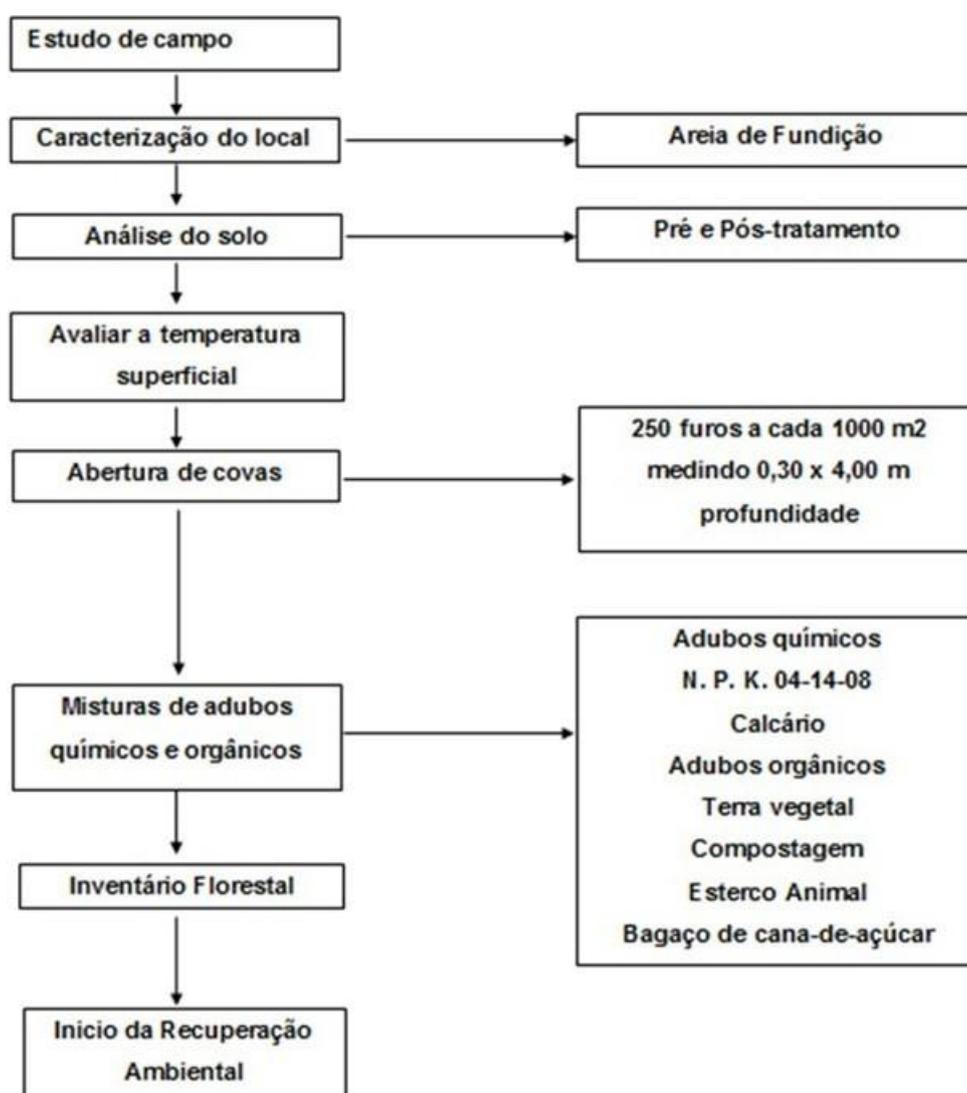
3.5 Leis de Crimes Ambientais

É tratada como crime ambiental toda ação que pode causar poluição de qualquer natureza em níveis que resultem ou o que possam resultar danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora (BENJAMIN; SÍCOLI; ANDRADE, 1999). A Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente”. O não tratamento do solo através da recuperação ambiental no local, representa o descumprimento do Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental e desobediência à Lei Federal de Crimes Ambientais nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, no teor do Artigo nº 54 (BRASIL, 1988).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para melhor visualização das etapas do trabalho, foi realizado um fluxograma (Figura 4) que descreve por etapas do trabalho de recuperação realizado na empresa.

Figura 4 - Fluxograma de trabalho de recuperação ambiental



Fonte: Elaboração própria

4.1 Delimitação da área a ser recuperada

Na área de 6.000m², destinada à recuperação ambiental (Figura 5), foram estabelecidas as medidas a serem tomadas para o tratamento do solo de maneira adequada, seguindo a legislação ambiental vigente, como as resoluções do CONAMA, SMA e ABNT.

Figura 5 - Delimitação da área destinada à recuperação ambiental



Nota: Recuperação ambiental (área destaca em amarelo – 6.000m²)

Fonte: Google Earth (Adaptado)

Com a área delimitada, os setores a serem recuperados foram divididos em 6 setores - lotes de 1000 m² - (Figura 6) as ações foram delineadas para as tomadas das medidas de recuperação ambiental, como descrito por Calijuri e Cunha (2013):

- A Remediação corresponde às medidas adotadas para mitigar, controlar, ou eliminar a contaminação através do tratamento ideal do solo, neste caso, utilizamos adubos químicos e orgânicos.
- Medidas estruturais: quando as intervenções são efetuadas por meio de obras e equipamentos.

- Medidas não estruturais: quando são intervenções indiretas, em geral causadas pelo acúmulo de areia de fundição.
- Medidas corretivas: através da recuperação, com uso de produtos químicos e orgânicos.
- Medidas preventivas: busca de artigos científicos para executar a recuperação para minimizar a contaminação.
- Medidas de inovação: tratamento do solo contaminado com areia de fundição, através da utilização de bagaço de cana-de-açúcar.

Figura 6 - Divisão da área total em setores de recuperação



Nota: Divisão dos setores para medidas de recuperação. A cada um dos seis setores foram feitas 250 perfurações para a inserção de adubo e absorção de água

Fonte: Google Earth (Adaptado)

4.2 Análise de temperatura do solo

Amostras do solo foram submetidas a análise. A temperatura do solo foi monitorada com a utilização de um termômetro digital (Inconterm[®]140) inserido no solo e mantido por um período de 5 minutos, em diferentes épocas sazonais

(dias frios e quentes). Após o tratamento do solo com adubos químicos e orgânicos, foram realizadas novas verificações térmicas. A sequência de imagens seguintes demonstra a progressão da normalização da temperatura a partir do início do trabalho de recuperação do solo, em pontos demarcados na plotagem obtida pela utilização do GPS GARMIN etrex H.

4.3 Utilização de compostos orgânicos e inorgânicos na recuperação do solo

4.3.1 Produtos químicos e suas funções no solo

A adubação com produtos químicos facilita o tratamento do solo, representando uma fonte de proteínas e nutrientes para o desenvolvimento das plantas (ABRAF, 2013).

Foram utilizados os seguintes componentes químicos neste projeto:

- Nitrogênio (N): fonte responsável pela formação e crescimento da parte verde das plantas (caule e folhas). Aumenta o teor de proteína e formação e desenvolvimento de flores e frutos.
- Fósforo (P): fonte responsável pelos nutrientes das plantas no surgimento de flores e frutos. Participa na produção de energia para as plantas, acelera a formação de raízes, aumenta a frutificação, acelera a maturação dos frutos, aumenta o teor de carboidratos sendo óleo, gorduras e proteínas, ajuda a simbiótica de Nitrogênio.
- Potássio (K): fonte responsável pela formação das raízes, fortifica as plantas para combater as pragas e doenças e ajuda na resistência às variações climáticas. Aumenta o teor de açúcares, óleos, gorduras e proteínas, aumenta a resistência a secas, geadas, pragas e moléstias, melhora a utilização da água, estimula e enchimento de grãos (GIACOMINI et al., 2003).

A calagem corrige a acidez do solo diminuindo os efeitos tóxicos do Ferro, melhora a eficiência na absorção dos nutrientes pela planta. A aplicação do calcário agrícola no solo tem como principais benefícios: Elevação do pH (Potencial Hidrogênio); Fornecimento de Cálcio e Magnésio (Mg). Redução ou

eliminação dos efeitos tóxicos do Alumínio (Al) Manganês (Mn) e Ferro (Fe). Aumento da disponibilidade e maior aproveitamento de N, K, Ca, Mg. Aumento do potencial de resposta à adubação; São observadas melhoria das propriedades físicas do solo, implicando maior aeração e circulação de água, auxiliando no desenvolvimento das raízes e da planta (NATALE et al., 2012; MIGUEL et al., 2010).

4.3.2 Produtos orgânicos e suas funções no solo

A compostagem é um o processo de reciclagem de material orgânico descartado (na área urbana e industrial) ou disponível na própria natureza (zona rural ou partes preservadas em áreas urbanas), como restos de animais mortos, folhas, galhos entre outros. Trata-se da transformação da matéria orgânica em adubo natural, a ser utilizado na agricultura, em jardins e plantações, substituindo ou somando-se a produtos químicos. (SCHMIDT et al., 2013).

A terra vegetal, rica em húmus, é o resultado da decomposição de matéria orgânica, pelo processo de compostagem com ou sem minhocas, mais o componente terra. Trata-se de fonte de proteínas no tratamento e descontaminação do solo. (ANDREOLA; COSTA; OLSZEVSKI, 2000).

4.3.3 Adubo de origem animal

O adubo de origem animal (Figura 7) aumenta a capacidade de troca catiônica, que é a capacidade de retenção de água, a porosidade do solo e a agregação do substrato. A eficiência do esterco depende do grau de decomposição, da origem do material, do teor dos elementos essenciais às plantas e da dosagem empregada. O esterco animal, principalmente o de bovinos, é utilizado frequentemente como fertilizante (ASSMANN et al., 2010).

Figura 7 - Adubo de origem animal



Fonte: Elaboração própria

4.3.4 Bagaço de cana-de-açúcar

O bagaço de cana-de-açúcar, muito rico em celulose e proteínas, é um subproduto resultante da moagem da cana. A celulose é um polissacarídeo composto de moléculas de glicose ligadas através de interações intermoleculares. Com a incorporação desse material no solo, observa-se, após sua decomposição, a presença de microrganismos e fungos que se tornam nutrientes ricos para solo, contribuindo para o desenvolvimento das camadas vegetais e, principalmente, as novas mudas que tenham sido plantadas (ESPÍRITO SANTO, 2015). Por sua composição fibrosa, representa um composto resistente à degradação química e enzimática do solo (AGUIAR FILHO, 2008).

O substrato absorve melhor as águas pluviais, que contribuem com o

controle da temperatura do solo. Na decomposição, apresenta uma fermentação que resulta em ambiente propício à vida de micro-organismos que se tornam valiosos nutrientes para o solo (ALBERTINI; CARMO: PRADO FILHO, 2007).

4.4 Execução dos estudos nas áreas delimitadas

A área total a ser recuperada foi dividida em seis setores de 1000 m². Em cada um desses setores foram executados 250 furos no solo. Cada furo realizado media 30cm de diâmetro por 4,0 metros de profundidade, devido à modificação geográfica do solo, sendo que 3,0 metros de altura correspondem à área do transbordo. O objetivo de cavar 4,0 metros foi atingir a camada natural de argila, buscando facilitar a infiltração de águas pluviais no solo. Os produtos foram misturados em betoneira e distribuídos em cada um dos furos feitos no solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade de produtos adicionados nas áreas delimitadas – em área total de 6000m²

Produtos adicionados	Quantidade por furo	A cada 1.000 m ²	Total do produto em 6000m ²
N.P.K 04.14.08	5 kg	1.250 kg	7.500 Kg
Calcário Dolomítico	5 kg	1.250 kg	7.500 Kg
Terra vegetal	10 kg	2.250 kg	13.500 Kg
Esterco animal	50 L	12.000 L	72.000 L
Bagaço de cana- de-açúcar	15 kg	3.750 kg	47.500 kg

Fonte: Elaboração própria

Os furos no solo foram abertos com a utilização de maquinário apropriado (Figura 8). No total das perfurações, foram acrescentadas mais 25 toneladas de bagaço de cana- de-açúcar (Figura 9). Após este processo foi realizado o tombamento da terra, por meio de arado mecânico.

Figura 8 – Broca utilizada para a abertura de furos no solo



Fonte: Elaboração própria

Figura 9 – Furo contendo a mistura de produtos orgânicos e inorgânicos



Nota: Bagaço de cana-de-açúcar em evidência.
Fonte: Elaboração própria

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise e Temperatura do solo

Ao iniciarmos as primeiras ações para a recuperação do solo, esse se apresentava na forma de fragmentos, com partículas de areia de fundição compactadas, exibindo dimensões variáveis (areia e aglomerados) em forma grosseira de borra (Figura 10 – Amostra 1).

Figura 10 – Amostras enviadas para análise de solo



Nota: Amostra 1: solo com areia de fundição; Amostra 2: solo tratado.
Fonte: Elaboração própria.

Essas características iniciais do solo resultavam em elevada temperatura e consequente alteração em seu metabolismo. Diante deste fato, quando o solo foi tratado com adubos químicos e orgânicos seu aspecto mudou, como mostra a Figura 10 – Amostra 2.

Essas amostras foram enviadas a um laboratório de controle de qualidade do solo (ANEXO A). O laudo técnico de monitoramento de

temperatura do solo foi executado conforme a Resolução CONAMA nº 420/2009, e os resultados da análise estão dispostos na Tabela 2. A Amostra 1 é referente ao solo sem tratamento e a Amostra 2, ao solo após o tratamento. A mensuração de temperatura foi executada no mês de junho de cada ano, em torno de 11 horas da manhã. Após o tratamento do solo, observou-se uma diferença de 74.890,00mg. Fe/Kg. (TABELA 2)

Tabela 2 – Temperatura em Graus centígrados (°C) observada nas perfurações do solo

PROFUNDIDADE	TEMPERATURA MÈDIA	AMOSTRA	RESULTADO
0,10 a 0,30 cm	41.8° C	Amostra 1	88,4 g Fe/Kg
0,10 a 0,30 cm	33.2° C	Amostra 2	13,51 g Fe/Kg

Fonte: Elaboração própria

Através das análises, constatou-se que as altas concentrações de areia de fundição contribuíram para as mudanças no metabolismo do solo, impedindo a regeneração natural. Essa constatação e sua correção foram de essencial importância no sucesso do posterior reflorestamento.

5.2 Tratamento do solo

Após o tratamento da área, ocorreu uma precipitação de águas pluviais por 1 hora, em torno de 300 mm (dado coletado através de consulta na internet) encharcando todo o local.

A infiltração da água no solo ocorreu de modo natural, ajudando na aceleração da decomposição dos adubos químicos e orgânicos depositados em cada uma das perfurações, favorecendo o aumento da aeração e permeabilidade. Caso não houvesse essa precipitação natural, teria sido indicado o uso de irrigação do solo. A Figura 11 mostra a área demarcada em recuperação.

Figura 11 – Área demarcada em recuperação



Fonte: Google Earth (Adaptado)

Tabela 3 – Logística de custos em valores dos produtos utilizados para recuperação do solo- (Valores no ano de 2012)

PRODUTOS	QUANTIDADE	VALOR EM REAIS
NPK	150 sacos de 50Kg Cada unidade de R\$50,00 Total 7.500Kg	R\$7.500,00
Calcário	375 sacos de 20Kg Cada unidade de R\$20,00 Total 7.500 Kg	R\$7.500,00
Terra vegetal	15 toneladas (2 caminhões) Cada unidade R\$ 1.500,00	R\$3.000,00
Esterco de gado	72 toneladas (4 carretas) Cada unidade, R\$2.000,00	
Bagaço de cana-de-açúcar	22,5 toneladas (2 carretas) Cada unidade R\$3.500,00, com25m ²	R\$7.000,00
Total		R\$33.000,00

Fonte: Elaboração própria

Diante do investimento aplicado para a recuperação ambiental, o gasto foi considerado baixo, mediante os ganhos ambientais, sociais (educação ambiental) já verificáveis e ganhos financeiros projetados para o futuro.

As tabelas 3, 4 e 5 mostram a logística dos custos efetuados pela empresa, em produtos, maquinário e mudas, materiais que foram utilizados no tratamento da área degradada.

Tabela 4 – Custo operacional (tratores e mão de obra)- (Valores no ano de 2012)

MAQUINÁRIO E MÃO DE OBRA	VALOR EM REAIS
Tratores (atividades de furação e arado)	R\$8.000,00
Mão de obra artesanal	R\$5.000,00
Estudos de campo, inventário, recuperação ambiental, relatório fotográfico com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), assinado por profissional habilitado	R\$10.000,00
Total	R\$23.000,00

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5 – Custos com mudas de espécies nativas oriundas da região – valores ano 2012

Mudas de espécies nativas	Quantidade	Valor em reais
30 espécies	1020 mudas, sendo R\$6,00 cada unidade	R\$6.120,00

Fonte: Elaboração própria.

O investimento total de R\$62.120,00 foi considerado pela empresa, por seus benefícios gerais, um investimento baixo.

As atividades da recuperação ambiental no tratamento do solo acrescentaram benefícios externos ambientais para a empresa, tais como:

- A recuperação do solo através do tratamento inicial e do reflorestamento.
- Aumento da cobertura vegetal nativa.

- Retorno da fauna silvestre à área (observada no dia a dia no local – sem dados técnicos até o momento)

Entre os benefícios internos para a empresa estão:

- Sensibilização ambiental dos funcionários (Total de dez funcionários trabalharam na mão de obra da recuperação – o processo foi para eles uma sequência de aulas sobre o meio ambiente)
- Cumprimento do Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental (TCRA).
- Fator positivo considerado na renovação da Licença de Operação – LO (CETESB).

5.3 Reflorestamento: plantio das mudas

Antes de ser iniciado o trabalho de recuperação do solo, fizemos o levantamento documental sobre a área e constatamos que a mesma não estava catalogada como área de contaminação. Porém, no início de 2012, não havia ali nenhum tipo de vegetação. No ano de 2016, a área encontra-se 90% recuperada, com as mudas atingindo alturas significativas e a vegetação plantada já se encontra em fase inicial de regeneração.

No início do reflorestamento, após o tratamento do solo, as mudas de espécies nativas foram plantadas no espaçamento de 3x2 m, seguindo as normas das Resoluções CONAMA e SMA.

O solo, após o tratamento, descansou por 120 dias, período em que foi observada a regeneração da vegetação pioneira, as gramíneas (Figura 12).

As covas foram executadas de forma manual, com uso de cavadeira, cada uma medindo 30cm x 30cm x 30cm no espaçamento de 3m x 2m. As mudas foram plantadas de forma homogênea (Figura 13).

Figura 12 – Solo tratado e o surgimento de vegetação rasteira



Fonte: Elaboração própria.

Figura 13 – Início do reflorestamento - 2012



Fonte: Elaboração própria.

Também, por se tratar de mata ciliar, foi executado um inventário florestal, para analisar quais eram as espécies nativas a serem plantadas (APÊNDICE A). Buscamos junto a moradores e antigos funcionários da empresa, informações sobre as características quantitativas e qualitativas do tipo de vegetação nativa que existia no setor do tratamento do solo. O Inventário florestal é um procedimento para a obtenção de informações sobre a

quantidade, a qualidade e a condição dos recursos florestais, da vegetação e dos componentes associados, bem como das características das áreas onde a floresta está localizada (HUSCH, B; BEERS, T. W; KERSHAW JÚNIOR, J. A., 2003).

Em nosso estudo, as mudas que foram plantadas apresentaram um ótimo desenvolvimento, após o tratamento do solo com bagaço de cana. As mudas apresentaram a formação de dossel (copas) já encostando umas nas outras, transformando-se em um fragmento vegetal, em estágio inicial de regeneração. Como mostram as figuras de 14 a 17, dos anos de 2016-17.

Figura 14 – Estágio inicial de regeneração ano de 2016



Fonte: Elaboração própria.

Figura 15 – Plantas em estágio de desenvolvimento - 2016



Fonte: Elaboração própria.

Figura 16 – Plantas em estágio de desenvolvimento - 2017



Fonte: Elaboração própria.

Figura 17 – Apresentação do solo após tratamento com produtos orgânicos e químicos



Nota: Após o tratamento do solo, observou-se o aumento da cobertura vegetal nativa, com o desenvolvimento das vegetações pioneiras na área de preservação permanente do lago.

Fonte: Elaboração própria.

Atualmente, as mudas de espécies nativas que foram plantadas no ano de 2012 se encontram em ótimo estado de desenvolvimento e com circunferências diversificadas, conforme o desenvolvimento de cada espécie. (FIGURAS 18-21)

Figura 18 – Medição de uma Paineira rosa – fase inicial da regeneração



Espécie: Paineira rosa (*Ceiba speciosa*) com circunferência de 84 cm.

Fonte: Elaboração própria

Figura 19 - Circunferência após cinco anos do plantio - Tingui



Espécie: Tingui (*Dictyoloma vandllaum*)
Fonte: Elaboração própria.

Figura 20 – Circunferência após cinco anos do plantio - Pau d’alho



Espécie: Pau d’alho (*Callesia integrifolia*) – em risco de extinção
Fonte: Elaboração própria.

Figura 21 – Circunferência após cinco anos do plantio – Ipê amarelo



Espécie: Ipê amarelo (*Tabebuia ochrasa*)
Fonte: Elaboração própria.

6 CONCLUSÃO

A fundição de metais tem estado presente ao longo da história do homem. Suas possibilidades são exploradas a cada momento em que se pensa desde uma nova máquina de grande porte até mesmo um pequeno objeto de uso pessoal à base de metal. Esses objetos podem variar em termos de valor econômico e valor utilitário, mas sua produção será sempre baseada em extração de metais e descarte de resíduos – duas atividades que comprometem o sistema, caso não sejam muito bem avaliadas e rigidamente controladas pelos órgãos competentes e pelas próprias empresas que buscam estar em acordo com a legislação e equiparadas ao nível de consciência ecológica que o planeta requer.

A areia verde ainda é matéria prima para a moldagem de peças fundidas e o seu descarte pode afetar negativamente o solo, o subsolo e veios de água, prejudicando a flora e a fauna da região – o que afeta diretamente a qualidade de vida do homem. Pensar o descarte é pensar o bem-estar do homem, a vida no planeta.

Hoje, o Brasil tem leis rígidas relativas à preservação do solo, além disso, a vigilância das comunidades, à medida que a consciência ecológica aumenta, está a cada dia mais acirrada. Seguir as leis e atentar para a opinião pública representa, para empresas, economia e valor agregado ao seu nome e produtos.

Contudo, há que se estar atento também às áreas já comprometidas, aquelas que por muitos anos foram usadas como área de descarte, explorado e abusado por tantas empresas. Essas áreas devem ser recuperadas, devem voltar a florir. Seus córregos e rios devem voltar a correr limpos e livres de tóxicos e poluição. De outro modo a vida na terra tornar-se-á inviável em poucas décadas.

A recuperação do solo na área de descarte de areia de fundição, na cidade de Sorocaba, provou que a recuperação é possível – tem um custo elevado em termos financeiros, exige empenho da empresa que causou o dano, de órgãos públicos e especialistas na área de meio ambiente, exige

cuidados especiais e atenção durante um número de anos, mas é possível.

Os processos de remediação no tratamento do solo com os adubos químicos e orgânicos, a recuperação ambiental com as mudas de espécies nativas mostra, após cinco anos de cuidados, um bom desenvolvimento. O reflorestamento contribuiu com mudança da paisagem, aumentando a coberturas vegetais nativas. Atualmente, ano de 2018, já se observa um movimento de retorno da fauna local. A área de preservação permanente do lago existente na empresa já evidencia o surgimento de vegetação rasteira.

O processo utilizado na recuperação ambiental desse espaço contou com componentes químicos e orgânicos, especialmente o bagaço de cana-de-açúcar, com o qual se obteve sucesso na recuperação do solo.

REFERÊNCIAS

- ABIFA - FENAF, 2017. Release. Disponível em: <<http://www.abifa.org.br/fenaf2017/fenaf-2017-release/>>. Acesso em: 10 fev. 2018.
- ABIFA. Associação brasileira de fundição – Comissão do meio ambiente **Manual de regeneração e reuso de areias de fundição**. São Paulo: ABIFA, 1999.
- ABIFA. Associação brasileira de fundição. Estudo em areia a verde, reuso de areia descartada de fundição, disposição de resíduos de fundição. Revista da ABIFA, 2014. Disponível em: <<http://abifa.org.br/wp-content/uploads/2014/09/ABIFA-171-agosto.pdf>>. Acesso em 15 nov. 2018.
- ABIFA. Associação brasileira de fundidos. 2018. **Balanco do primeiro trimestre aponta para retomada da indústria de fundição**. 4 de maio de 2018. Disponível em: <<http://www.abifa.org.br/balanco-do-primeiro-trimestre-aponta-para-retomada-da-industria-de-fundicao/>>. Acesso em: 5 de maio 2018
- ABNT. Associação brasileira de normas técnicas – NBR – 10.004,10.005, 10.006 e 10.007, sobre classificação e destinação de resíduos sólidos, 2004.
- ABNT. Associação brasileira de normas técnicas – NBR – 13.030, Elaboração e apresentação de projetos de reabilitação de áreas degradadas pela mineração, 1999.
- ABRAF. Associação brasileira de florestas plantadas. Brasília: ABRAF, p. 148, 2013.
- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2016**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2017.
- ADEGAS, R. G. **Perfil ambiental dos processos de fundição ferrosa que utilizam areias no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.
- AGUIAR FILHO, J. M. M. **Análise enzimática de fungos lignocelulolíticos cultivados em vinhaça e bagaço de cana-de-açúcar**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2008.
- ALBERTINI, S.; CARMO, L.F. do; PRADO FILHO, L. G. do. Utilização de serragem e bagaço de cana-de-açúcar para adsorção de cádmio. **Ciênc. Technol. Aliment**, v. 27, n. 1, p. 113-118, 2007.

- ANDRADE, P. R. L. de. Fundação. **Revista Ponto de Fusão**. Portal São Francisco, 2018 - <https://www.portalsaofrancisco.com.br/quimica/fundicao>
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, p. 857- 865, 2000.
- ASSMANN, T. S. et al. Produção de gado de corte e de pastagem de aveia em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1387-1397, 2010.
- BENJAMIN, A. H. de V. (Org.); SÍCOLI, J. C. M.; ANDRADE, F. A. V. de. **Manual prático da Promotoria de Justiça do Meio Ambiente**. 2. ed. São Paulo: IMESP, 1999. p. 19-83.
- BRASIL. Lei de crimes ambientais. Lei nº 9.605/1988. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/fauna/legislacao/lei_9605_98.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2017.
- CALIJURI, M. do C.; CUNHA, D. G. F. **Engenharia ambiental, conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro. Campus e Elsevier Ltda., 2013.
- CONAMA. Conselho nacional do meio ambiente. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/legiabre>. Acesso em: 20 jun. 2017.
- ESPÍRITO SANTO, M. C. do. **Otimização de estratégias de pré-tratamento de bagaço de cana-de-açúcar para produção de etanol de segunda geração via hidrólise enzimática**. Tese (Doutorado em Física) Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2015.
- GIACOMINI, S. J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 2, 2003.
- HUSCH, B; BEERS, T. W; KERSHAW JÚNIOR, J. A. **Forest Mensuration**. 4 ed. New Jersey: John Wiley and Sons LTD., 2003.
- MIGUEL, P. S. B. et al. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **Ces Revista**, v. 24, n. 1, p. 13-29, 2010.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Recuperação de áreas degradadas**. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/8705-recupera%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1reas-degradadas>>. Acesso em: 12 mar. 2018
- NATALE, William et al. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 1294-1306, 2012.
- PENKAITIS, G. **Impacto ambiental gerado pela disposição de areias de**

fundição: estudo de caso. Tese (Doutorado em ciências ambientais) - Inter unidades em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, 2012.

RECUPERAÇÃO AMBIENTAL. Mundo ambiente engenharia. Disponível em: <<http://mundoambiente.eng.br/new/meio-ambiente/recuperacao-ambiental/2018>>. Acesso em: 5 maio 2018.

SAIKAEW, C.; WIENGWISSET, S. Optimization of molding sand composition for quality improvement of iron castings. **Applied Clay Science**, v. 67, p. 26-31, 2012.

SCHMIDT, R. O. et al. Biomassa e atividade microbiana do solo em sistemas de produção oleícola orgânica e convencional. **Ciência Rural**, v. 43, n. 2, 2013.

SILVA, C.; PRZYBYSZ, L. C. B. **Sistema de gestão ambiental**. Campinas: Inter Saberes, 2014.

SMA. Secretaria do Meio ambiente. Resolução SMA Nº 21, de 21 de novembro de 2001. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2001_Res_SMA_21.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2018.

SMA. Secretaria do Meio ambiente. Resolução SMA Nº 47, de 26 de novembro de 2003. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2003_Res_SMA_47.pdf>. Acesso em 02 abr. 2018.

TÂMEGA, F. Fundição de processos siderúrgicos. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2013.

TOCCHETTO, Marta Regina Lopes. Gerenciamento de resíduos sólidos industriais. Curso de Química Industrial. Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Química-CCNE, 2005.

APÊNDICE A – INVENTÁRIO FLORESTAL: RELAÇÃO DE MUDAS PLANTADAS NA ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Nome popular	Nome científico
Aroeira brava	<i>Lithraea molloides</i>
Aroeira pimenteira	<i>Schinus tebinthifolia</i>
Aroeira mansa	<i>Schinus terebinthifolius</i>
Angico branco	<i>Anadenanthera culumbina</i>
Angico vermelho	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>
Angico rajado	<i>Pithecllobium incuriale</i>
Cedro rosa	<i>Cedrela fissilis</i>
Coco jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>
Embaúba branca	<i>Cecropia hololeuca</i>
Gabiroba	<i>Camponesia pubescens</i>
Goiaba	<i>Myrcia tomentosa</i>
Guaçatonga	<i>Casearia sylvstris</i>
Cambará	<i>Lantana câmara</i>
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>
Jequitibá	<i>Cariniana estrellensis</i>
Ingá mirim	<i>Inga laurina</i>
Ipê amarelo	<i>Tabebuia orchasa</i>
Ipê branco	<i>Tabebuia rosoalba</i>
Ipê roxo	<i>Tabebuia impetiginosa</i>
Paineira	<i>Ceiba speciosa</i>
Pau jacaré	<i>Piptademia gonocantha</i>
Pau d'algo	<i>Gallesia integrifolia</i>
Pau ferro	<i>Caesalpinia leiostachya</i>
Peroba rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i>
Pau marfim	<i>Choeropsis liberinsis</i>
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>
Sangra d'água	<i>Croton urucurana</i>
Tingui	<i>Dictyoloma vandllaum</i>
Unha de vaca	<i>Bahuinia forficata</i>
Uvaia	<i>Eugenia pyriformis cambes</i>

ANEXO A – RESULTADOS DE ANÁLISE DE SOLO

HIDROLABOR HIDROLABOR LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE LTDA.
Consultoria e Análises em Água, Alimentos e Efluentes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 11498/2018 - I

DADOS REFERENTES AO CLIENTE		
Nome/Razão Social: Wagner Vieira Rodrigues	CNPJ (MF): 122.863.258-90	
Endereço: Avenida Pereira Inácio, 1683	Bairro: Vila Assis	
Cidade/Estado: Sorocaba - SP	Cep:	Fone/Fax: (---) ---

DADOS REFERENTES A AMOSTRAGEM		
Local de Amostragem: Wagner Vieira Rodrigues		
Endereço: Avenida Pereira Inácio, 1683	Coletor: NI	SEQ: NI
Coletado Por: Solicitante	Hora de Coleta: 08:00	Cidade/Estado: Sorocaba - SP
Data de Coleta: 20/03/2018	Origem: NI	RG: NI
Produto: Solo	Amostra simples ou composta? NI	Ponto de coleta: Camada superficial amostra 01
Temperatura da água (°C): NI	Temperatura (°C) do ar: NI	Odor: NI
pH: NI	Cloro Residual Livre (mg CIL): NI	Cloro Total (mg CIL): NI
Aspecto: NI	Condições Climáticas: NI	Obs. da coleta: NI

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA		
Código: 240478	Processo Comercial: 15302018	Temperatura (°C) no recebimento: NI
Data de Entrada: 20/03/2018	Início da Análise: 27/03/2018	Término do Relatório: 05/04/2018
Objetivo: Sam comparativo	Data de Extração SVOC: N.A.	

RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICO						
Parâmetro	Unidade	L.Q.	Incerteza	Resultado	Metodologia	Data de Ensaio
Ferro	mg/Fe/L	0,5	7072,00	88400,00	EPA 8210C, 2007	27/03/2018

Observações:
 *Preenchimento de Amostragem de responsabilidade do poluidor, os dados fornecidos pelo cliente não altera a validade dos resultados de análise.
 **A ausência de unidade é decorrente de erro de transcrição, mantido para fins de identificação e/ou para um eventual controle de SPC.

L.Q. = Limite de Quantificação
 N.A. = Não Aplicável
 N.I. = Não Determinado
 NI = Não Informado

Sorocaba, 05 de abril de 2018.


 Wagner Vieira Rodrigues, CREA 0287 - Sorocaba, SP
 Rua Comendador Pereira, 1009 - Vila Assis

Chave para validação da autenticidade deste documento: **5b3ca94e635b5c774c139da77b7643**

Para verificar a autenticidade deste relatório acesse nosso portal: <http://portal.hidrobor.com.br>

1. Selecionar a opção "Verificar Documento", inserir o número da amostra, o dia e os horários para digitar a chave.
2. Caso o laboratório não esteja preenchido, digite "Hidrobor" (sem as aspas), preencha o código mostrado na imagem e clique em download.
3. O download da versão digital do relatório irá se iniciar, assim você terá a versão digital para conferir a autenticidade do relatório na íntegra.

Página 1 de 1

Rua Comendador Abílio Soares, 200 – Jd. América – Fone/Fax (15) 3229.3215 – Cep 18046-690 – Sorocaba - SP
 CNPJ(MF) 00.352.894/0001-89 E-Mail: hidrobor@hidrobor.com.br REGISTRO NO CRP-SP-4-20070



HIDROLABOR LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE LTDA.
Consultoria e Análises em Água, Alimentos e Efluentes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 11499/2018 - I

DADOS REFERENTES AO CLIENTE		
Nome/Razão Social: Wagner Vieira Rodrigues	CNPJ (MF): 122.863.258-80	
Endereço: Avenida Pereira Inacio, 1683	Bairro: Vila Assis	
Cidade/Estado: Sorocaba - SP	Cep:	Fone/Fax: (---) ---
DADOS REFERENTES A AMOSTRAGEM		
Local de Amostragem: Wagner Vieira Rodrigues	SEQ: NI	
Endereço: Avenida Pereira Inacio, 1683	Cidade/Estado: Sorocaba - SP	
Coletado Por: Solicitante	Coletor: NI	RG: NI
Data de Coleta: 20/03/2018	Hora de Coleta: 08:00	Amostra simples ou composta? NI
Produto: Solo	Origem: NI	Ponto de coleta: Camada superficial amostra 02
Temperatura da água (°C): NI	Temperatura (°C) do ar: NI	Odor: NI
pH: NI	Cloro Residual Livre (mg Cl/L): NI	Cloro Total (mg Cl/L): NI
Aspecto: NI	Condições Climáticas: NI	Obs. da coleta: NI
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA		
Código: 246479	Processo Comercial: 1530/2018	Temperatura (°C) no recebimento: NI
Data de Entrada: 20/03/2018	Início da Análise: 27/03/2018	Término do Relatório: 05/04/2018
Objetivo: Sem comparativo	Data de Extração SVOC: n.a.	

RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICO						
Parâmetro	Unidade	L.Q.	Incerteza	Resultados	Metodologia	Data de Ensaio
Ferro	mgFe/kg	0,5	1080,80	13510,00	EPA 6010C: 2007	27/03/2018

Observações:

*Procedimento de Amostragem de responsabilidade do solicitante, os dados fornecidos pelo cliente pode afetar a validade dos resultados de ensaio

*A incerteza (U) relatada é baseada na incerteza padrão combinada, multiplicada por fator de abrangência k=2, para um nível de confiança de 95%.

L.Q. = Limite de Quantificação.
n.a. = Não Aplicável
n.d. = Não Determinado
NI = Não Informado

Sorocaba, 05 de abril de 2018.


Clemente Reinaldo Samnazzaro CRF 8 5305 - Gerente Técnico
*Carlos Augusto Pauletti CRF 8 15032 - Diretor Geral

Chave para validação da autenticidade deste documento: **a9970f79d7d9d213fe9185cb828ca107**

Para verificar a autenticidade deste relatório acesse nosso portal: <https://portal.mylmsweb.com/>

1. Selecione a opção "Validar Documento", preencha o número da amostra, o ano e os últimos seis dígitos da chave;
2. Caso o laboratório não esteja preenchido, digite "Hidrolabor" (sem aspas), preencha o código mostrado na imagem e clique em download;
3. O download da versão digital do relatório irá se iniciar, assim você terá a versão digital para conferir a autenticidade do relatório na íntegra.