

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
CENTRO DE ENGENHARIAS  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA



Trabalho de Conclusão de Curso

**AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO  
PRODUTIVO DE PESCADO NA COLÔNIA DE  
PESCADORES Z3, PELOTAS - RS**

**Eveline Araujo Rodrigues**

Pelotas, 2013

**Eveline Araujo Rodrigues**

**AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO  
PRODUTIVO DE PESCADO NA COLÔNIA DE  
PESCADORES Z3, PELOTAS - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Robson Andreazza

Pelotas, 2013

“O Mundo está nas mãos daqueles que tem coragem de  
sonhar, e correr o risco de viver seus sonhos”

Paulo Coelho

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Estácio e Sirlei, por todo amor e dedicação, e pela confiança e incentivo em minhas escolhas. Grande parte desta conquista, a vocês pertence.

À minha irmã Daniela, por estar sempre ao meu lado e por torcer por mim.

Ao Diego, pelo carinho, companhia e incentivo.

À minha sobrinha Isabella, por trazer tantas alegrias a mim e a toda família.

À minha querida vó Olga, pela dedicação e por tudo que significas pra mim.

Ao meu cunhado Samuel, por cuidar da minha família e por fazer parte dela.

Aos amigos, pela motivação.

A todos os colegas e professores da Engenharia Ambiental e Sanitária que de alguma forma colaboraram para o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Aos colegas da primeira turma, pelas lindas amizades que fiz: Vanderleia, Jaqueline, Edenara, Renata, Daiane, Tiago, Henrique, Cátia, Lucas, Davi, Heron, Catarina...

A Jaqueline e a Daiane por estarem ao meu lado em todos os momentos da faculdade.

Ao professor Erico e a professora Luciara, pelo importante apoio aos formandos, e pelos conselhos, incentivo e amizade.

Aos formandos, por compartilharem este grande momento da minha vida.

A todos que fizeram parte desta etapa final. Ao professor Robson, pela orientação e pelo conhecimento transmitido. Ao Professor Maurício, por ter me proporcionado aprendizado e experiência através do trabalho realizado no Laboratório. A professora Luciara, pela motivação e orientação. A professora Cláudia Lemons, por fazer parte da minha banca. A Kássia, por toda a ajuda e disposição. A Colônia de Pescadores Z3 pela gentileza de seus moradores e pela importância daquele lugar.

Muito obrigada!

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Robson Andreazza - Centro de Engenharias/UFPel

---

Prof. Dr. Maurício Silveira Quadro - Centro de Engenharias/UFPel

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Fernanda Lemons e Silva - Centro de Engenharias/UFPel

## RESUMO

RODRIGUES, Eveline Araujo. **Avaliação dos resíduos gerados no processo produtivo de pescado na Colônia de Pescadores Z3, Pelotas – RS**. 2013. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Entre as diversas atividades econômicas que causam impactos ao meio ambiente destaca-se o setor pesqueiro. Esta atividade apresenta uma grande geração de resíduos em todas as etapas do seu processo produtivo, desde a captura até a comercialização do pescado. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo analisar os principais problemas ocasionados pela geração de resíduos resultantes da atividade pesqueira da Colônia de Pescadores Z3, localizada em Pelotas - RS e propor alternativas para o aproveitamento destes resíduos. Desta forma, primeiramente, analisou-se os efeitos causados pela disposição dos resíduos pesqueiros no solo, através de ensaios de Respirometria. Este método analisa a degradação de compostos orgânicos no solo, a partir de medidas da evolução de CO<sub>2</sub>. Além deste experimento, foi elaborado um questionário e aplicado aos moradores da Colônia Z3 com a finalidade de conhecer a quantidade, as características e a destinação dos resíduos gerados durante a atividade pesqueira da região estudada. Com este estudo foi possível observar que os principais impactos ambientais relacionados a geração de resíduos oriundos da atividade pesqueira da Colônia Z3 são decorrentes da forma de disposição destes resíduos e da grande quantidade gerada. Por outro lado, este trabalho demonstrou que a área de estudo se mostra privilegiada no processo de aproveitamento de resíduos pesqueiros. Isto fica perceptível, devido à quantidade de resíduos produzidos durante o beneficiamento do pescado e em virtude da qualidade deste material.

**Palavras-chave:** Respirometria, resíduos pesqueiros, Colônia de Pescadores Z3.

## **ABSTRACT**

RODRIGUES, Eveline Araujo. **Avaliação dos resíduos gerados no processo produtivo de pescado na Colônia de Pescadores Z3, Pelotas – RS**. 2013. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Among the various economic activities that impact the environment highlights the fishing industry. This activity presents a great generation of waste at all stages of its production process, from capture to marketing fish. Therefore, this study aims to analyze the main problems caused by waste generation resulting from fishing activity Colônia de Pescadores Z3, located in Pelotas - RS and propose alternatives to the use of these wastes. Therefore, first, we analyzed the effects caused by fish waste disposal into the soil using Respirometry test. This method analyzes the degradation of organic compounds in the soil from measurements of the evolution of CO<sub>2</sub>. In addition to this experiment, a questionnaire was developed and applied to residents of the Colônia Z3 in order to know the number, characteristics and disposal of waste generated during the fishing activity in the region studied. With this study, we observed that the main environmental impacts related to the generation of waste from the fishing activity of the Colônia Z3 are due to the form of disposal of these wastes and the large amount generated. Moreover, this study demonstrated that the Colônia de Pescadores Z3 shown privileged in the process of recovery of waste fishing. This is noticeable because of the amount of waste produced during the processing of fish and because of the great quality of this material.

**Key words:** Respirometry, waste fishing, Colônia de Pescadores Z3

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	Objetivo Geral.....	16
1.1.2	Objetivos Específicos.....	16
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Atividade Pesqueira e a Geração de Resíduos.....	17
2.2	Microbiologia do Solo e a Decomposição dos Resíduos Orgânicos.....	19
2.3	Método Respirométrico como Indicador de Qualidade do Solo	22
3.	METODOLOGIA.....	27
3.1	Local de Estudo.....	27
3.2	Respirometria no Solo.....	28
3.2.1	Coleta e Preparação das Amostras.....	28
3.2.2	Ensaio de Respirometria.....	30
3.2.2.1	Decomposição de cinco doses crescentes de resíduos de peixe de água salgada no solo durante 108 dias de incubação....	30
3.2.2.2	Decomposição de três doses crescentes de resíduos de camarão no solo durante 108 dias de incubação.....	30
3.2.2.3	Decomposição de três doses crescentes de resíduos de peixe e de camarão no solo durante 58 dias de incubação.....	31
3.2.3	Condução do Experimento.....	31
3.2.4	Avaliação da Respiração Microbiana do Solo.....	31
3.3	Elaboração e Aplicação de Questionários.....	32
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1	Respirometria no Solo.....	34



4.1.1	Avaliação da decomposição de cinco doses crescentes de resíduos de peixe de água salgada no solo durante 108 dias de incubação.....	34
4.1.2	Avaliação da decomposição de três doses crescentes de resíduos de camarão no solo durante 108 dias de incubação.....	35
4.1.3	Avaliação da decomposição de três doses crescentes de resíduos de peixe e de camarão no solo durante 58 dias de incubação	36
4.2	Questionário de Pesquisa.....	38
4.2.1	Principais espécies de pescado capturadas nos últimos anos	38
4.2.2	Produção média de pescado por safra.....	40
4.2.3	Etapas geradoras de resíduos no processamento do pescado	42
4.2.4	Rendimento dos pescados e a geração de resíduos.....	44
4.2.5	Percepção ambiental dos moradores.....	44
4.2.6	Destinação dos resíduos e os impactos ambientais.....	45
4.2.7	Alternativas para os resíduos gerados.....	45
5.	CONCLUSÃO.....	47
6.	REFERÊNCIAS.....	49
7.	APÊNDICE A: Questionários de avaliação dos resíduos gerados no processo produtivo de pescados.....	56

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização da Colônia Z3 em relação à cidade de Pelotas	28
Figura 2	Colônia de Pescadores Z3.....	28
Figura 3	Liberação acumulada de CO <sub>2</sub> do solo durante 108 dias de incubação com 5 doses crescentes de resíduos de Peixe (P1, P2, P3, P4 e P5) e o tratamento Controle (somente o solo) .....	35
Figura 4	Liberação acumulada de CO <sub>2</sub> do solo durante 108 dias de incubação com 3 doses crescentes de resíduos de Camarão (C1, C2 e C3) e o tratamento Controle (somente o solo) .....	35
Figura 5	Liberação acumulada de CO <sub>2</sub> do solo durante 58 dias de incubação com 3 doses crescentes de resíduos de Peixe (P1, P2 e P3), de Camarão (C1, C2 e C3) e o tratamento Controle (somente o solo) .....	36
Figura 6	Principais peixes de água salgada capturados nos últimos quatro anos.....	39
Figura 7	Principais peixes de água doce capturados nos últimos quatro anos.....	40
Figura 8	Principais crustáceos capturados nos últimos quatro anos....	40
Figura 9	Quantidade de peixe (toneladas) comercializado na safra do ano de 2012 por 10 peixarias da Colônia de Pescadores Z3	41
Figura 10	Quantidade de camarão (toneladas) comercializado na safra do ano de 2013 por 10 peixarias da Colônia de Pescadores Z3.....	41
Figura 11	Principais operações geradoras de resíduos durante o beneficiamento de camarão.....	42

Figura 12	Principais operações geradoras de resíduos durante o beneficiamento de peixes.....	43
Figura 13	Fluxograma geral do processo de beneficiamento de pescados, com a indicação do processamento (setas contínuas) e dos resíduos gerados (setas pontilhadas) .....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização físico-química do solo utilizado.....	29
Tabela 2	Caracterização físico-química dos resíduos.....	30
Tabela 3	Rendimento dos principais pescados da Colônia Z3.....	44

## **SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MPA: Ministério da Pesca e Aquicultura

NBR: Norma Brasileira

## 1. INTRODUÇÃO

Devido ao modelo de produção adotado desde o período da revolução industrial, o mercado e seus condutores, sempre trataram à questão dos resíduos e da poluição como uma consequência inevitável do desenvolvimento econômico, porém, no decorrer dos anos, diversos exemplos de acidentes, contaminação da água e do solo comprovaram que os efeitos danosos deste desenvolvimento não são compensatórios (SANTOS, 2005). Ao longo dos anos o mundo começou a perceber que era necessário conciliar o crescimento econômico com a preservação dos recursos naturais, porém ainda são muitos os problemas ambientais decorrentes das atividades humanas.

De acordo com Santos (2005) apesar de a natureza ser capaz de degradar os resíduos orgânicos e reduzir os impactos provocados pelos mesmos, alguns desequilíbrios ecológicos têm ocorrido em locais onde a capacidade de assimilação natural é exercida. Desta forma, o gerenciamento inadequado dos resíduos pode resultar na poluição do ar, da água e do solo.

Existem diversas atividades econômicas que causam impactos ao meio ambiente, entre elas, destaca-se a Pesca. Atividade milenar que, ainda hoje, é de considerável importância em todo o mundo, como fonte geradora de alimentos, emprego e renda para vários segmentos econômicos (BENTO e BEMVENUTI, 2008).

Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL – MPA, 2013) a atividade pesqueira pode ser classificada, de acordo com sua finalidade, em artesanal, industrial e amadora. Ainda segundo o MPA, o Brasil produz aproximadamente 1 milhão e 240 mil toneladas de pescado por ano, sendo que cerca de 45% dessa produção é da pesca artesanal. Contudo, há um problema referente a esta atividade que está na forma de destinação dos resíduos pesqueiros, já que estes possuem alta carga de matéria orgânica, que se mal gerenciados podem afetar as características do solo e dos recursos hídricos.

O Brasil é uma das principais potências no que diz respeito à indústria da Pesca e conseqüentemente gera um alto índice de resíduos podendo em alguns casos chegar a mais de 50% do peso inicial da matéria-prima pescada (COSTA, 2012).

Estes resíduos são principalmente vísceras, cauda, coluna vertebral, barbatana, escamas e restos de carne (FELTES et al., 2010).

Os maiores impactos provocados pelos resíduos sólidos orgânicos, além da possível contaminação direta, são decorrentes da fermentação do material, a qual pode ocorrer à formação de ácidos orgânicos (“chorume” – líquido de eleva DBO formado com a degradação do material orgânico e a lixiviação de substâncias tóxicas), além da proliferação de vetores e de mau cheiro (MATOS, 2005). Por outro lado, o material orgânico pode disponibilizar nutrientes, como o nitrogênio, o fósforo e o potássio para as plantas e microrganismos, além de melhorar os atributos químicos e físicos do solo pela adição de matéria orgânica (KRAY et al., 2011).

Diante disso, Segatto et al. (2012) observam que de acordo com suas características químicas e biológicas, o solo propicia as condições necessárias para a biodegradação de resíduos orgânicos. Entretanto, dependendo da quantidade adicionada, pode haver efeitos prejudiciais ao ambiente.

Uma situação que pode ilustrar este processo ocorre às margens da Lagoa dos Patos, numa localidade conhecida como Colônia de Pescadores Z3, a qual pertence ao 2º Distrito do município de Pelotas, RS. De acordo com dados do Censo Demográfico de 2010, a população total da Colônia Z-3 é constituída de 3.166 habitantes (BRASIL - IBGE, 2010).

Segundo Figueira (2009) o vilarejo é formado principalmente por pescadores profissionais artesanais, cuja cadeia produtiva e seus resultados socioculturais são baseados na dependência direta do comércio pesqueiro tradicional de captura, consumo, beneficiamento e comercialização de pescados. Após o processo de extrativismo na lagoa, o pescado é transportado até a Colônia Z3 onde é vendido em peixarias ou diretamente para o consumidor no próprio local ou ainda em feiras organizadas na Zona Urbana de Pelotas.

Ainda de acordo com Figueira (2009), observa-se que a safra abundante no estuário depende diretamente da entrada de cardumes na Lagoa dos Patos. O comércio local é estimulado por meio da compra de produtos e equipamentos para pesca em pontos comerciais estabelecidos na própria comunidade, o que gera outras atividades de trabalho originadas da circulação econômica na região.

Por estar localizada as margens da Lagoa dos Patos, a Colônia de Pescadores Z3 é uma área de extrema importância ao ecossistema da Região Sul do Brasil. Cercada por matas nativas e exóticas, banhados e lagoas, no ambiente de inserção produtiva da Z3 encontram-se diversas espécies da fauna e da flora brasileira (FIGUEIRA, 2009). Porém, observa-se que a disposição indiscriminada dos resíduos oriundos do processo produtivo do pescado pode representar um problema sanitário e ambiental, ameaçando a natureza e a saúde dos moradores daquela região.

Ao serem dispostos no solo, dependendo da sua composição química, os materiais carbonáceos sofrerão decomposição, ocorrendo a liberação de gases e outras substâncias químicas que podem impactar o meio ambiente e comprometer a saúde dos seres vivos (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Uma das maneiras de monitorar a poluição do solo é com o uso de indicadores de qualidade, como a respiração basal, que tem a função de indicar os efeitos da adição dos resíduos orgânicos no solo. A respiração basal do solo é definida como a soma de todas as funções metabólicas nas quais o CO<sub>2</sub> é produzido. As bactérias e os fungos são os principais responsáveis pela maior liberação de CO<sub>2</sub> via degradação da matéria orgânica. Desta forma, a respiração basal está diretamente relacionada à atividade microbiana do solo e pode ser utilizada como indicador da qualidade biológica do solo (MARTINS et al., 2011).

Conforme a norma NBR 14283 (BRASIL – ABNT, 1999) é possível determinar a decomposição dos resíduos orgânicos no solo através da quantificação do CO<sub>2</sub> resultante da respiração dos microrganismos. O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é um dos principais produtos metabólicos dos microrganismos heterotróficos e pode ser utilizado como método de avaliação da atividade microbiana no solo, possibilitando quantificar a velocidade de degradação de um determinado resíduo orgânico (SANTOS et al., 2009).

Estudos realizados em laboratório, através da incubação de solo com resíduos orgânicos, é um procedimento seguro, pois possibilita avaliar o CO<sub>2</sub> evoluído em ambiente controlado (SEGATTO et al., 2012). Diante disso, é necessário quantificar a taxa de decomposição dos resíduos a fim de determinar a capacidade que um determinado solo pode receber deste substrato (KRAY et al., 2011).



Neste contexto, este trabalho tem o propósito de avaliar a geração de resíduos de pescado resultantes da atividade pesqueira da Colônia de Pescadores Z3, verificar os efeitos da disposição destes resíduos no solo através de ensaios de Respirometria e propor alternativas para o aproveitamento dos resíduos gerados.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste estudo foi avaliar os problemas ocasionados pela geração de resíduos resultantes do processo produtivo de pescado da Colônia de Pescadores Z3 e propor alternativas para o aproveitamento dos resíduos gerados.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Conhecer a quantidade e as principais características dos resíduos gerados durante a atividade pesqueira na Colônia de Pescadores Z3;
- Avaliar os efeitos da disposição de resíduos pesqueiros no solo;
- Propor alternativas para o aproveitamento dos resíduos gerados.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Atividade Pesqueira e a Geração de Resíduos**

A atividade pesqueira, de acordo com a Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009, compreende todos os processos de pesca, exploração e exploração, cultivo, conservação, processamento, transporte, comercialização e pesquisa dos recursos pesqueiros. Esta atividade pode ser classificada, de acordo com suas características, em comercial (artesanal e industrial) e não comercial (científica, amadora e de subsistência).

A Pesca artesanal é praticada diretamente por pescadores profissionais, com o objetivo comercial, associado à obtenção de alimento para as famílias dos participantes, ou com o objetivo essencialmente comercial, utilizando embarcações de pequeno porte. Já a Pesca industrial é praticada por pessoa física ou jurídica e envolve pescadores profissionais, utilizando embarcações de pequeno, médio ou grande porte, com finalidade comercial. A Pesca científica é praticada com propósito de pesquisa científica, a Pesca amadora tem por finalidade o lazer ou o desporto e a Pesca de subsistência é praticada com fins de consumo doméstico (SEBRAE, 2010; Lei nº 11.959, 2009).

A Pesca é uma das atividades produtivas mais antigas da humanidade. Os recursos pesqueiros marítimos, costeiros e continentais constituem importante fonte de renda, geração de trabalho e alimento e têm contribuído para a permanência do homem no seu local de origem (BRASIL – MPA, 2013). Atualmente, de acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL – MPA, 2013) o Brasil produz aproximadamente 1 milhão e 240 mil toneladas de pescado por ano, sendo que cerca de 45% dessa produção é oriunda da pesca artesanal.

No processo de beneficiamento do pescado, primeiramente, os peixes são selecionados por tamanho, sendo então lavados e submetidos a congelamento. Após este processo inicial, os peixes são comercializados inteiros, eviscerados com cabeça ou fracionados em filés ou lâminas. Os resíduos gerados durante o beneficiamento do pescado (cabeça, vísceras, nadadeira, cauda, coluna vertebral, barbata-

na, escamas e restos de carne) podem representar mais de 50% da matéria-prima utilizada variando conforme as espécies e o processamento (FELTES et al., 2010).

Esta quantidade significativa de resíduos orgânicos, produzidos durante as diversas etapas da cadeia produtiva da Pesca, é constituída de matéria-prima de alta qualidade, a qual pode ser utilizada para diversos subprodutos. Além disso, seu emprego é ecologicamente recomendável, por conta da alta carga de matéria orgânica que é rejeitada no ambiente, quando esses resíduos não são aproveitados (NUNES et al., 2013).

De acordo com Martins, S. (2011) o resíduo do beneficiamento do pescado é toda a fração que não é aproveitada, por conta das limitações mercadológicas e tecnológicas, mas que contém características químicas semelhantes às da fração comercializada. Desta forma, o gerenciamento inadequado destes resíduos, seja ele sólido ou na forma de efluente líquido, pode causar sérios impactos ambientais assim como, efeitos negativos na economia do setor pesqueiro.

Os resíduos oriundos da atividade pesqueira apresentam uma composição rica em compostos orgânicos, além disso, as águas residuais, geradas durante o processo, contêm elevadas demandas químicas e bioquímicas de oxigênio, o que gera preocupação relativa aos potenciais impactos ambientais negativos decorrentes da disposição deste material diretamente no ambiente (FELTES et al., 2010).

De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), Norma Brasileira que estabelece a Classificação dos Resíduos Sólidos, os resíduos pesqueiros possuem duas classificações:

- Classe I: Perigosos – Apresentam propriedades físicas, químicas ou infecto - contagiosas, que oferecem risco à saúde pública e ao meio ambiente, como resíduos de pescado contaminados;
- Classe II: Não Inertes – Possuem propriedades como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, como resíduos de pescado não contaminados.

Os resíduos de Classe II são aqueles com maior potencial para a reciclagem.

A destinação correta dos resíduos da Pesca, bem como o aproveitamento integral do pescado, tanto da Pesca Extrativa quanto da Aquicultura, figuram atualmente entre os principais desafios de suas cadeias produtivas, principalmente quando se refere à sustentabilidade destas atividades. Existem muitas alternativas sustentáveis de reaproveitamento dos resíduos pesqueiros, uma importante finalidade destes resíduos é seu reaproveitamento para a fabricação de farinha de peixe, que é utilizada na produção da ração para animais, proporcionando o aproveitamento integral e sustentável dos pescados. Os resíduos de pescados podem, ainda, ser reutilizados para fabricação de outros subprodutos, tais como, linguças, fishburguers, caldos e iscas de peixe. Adubos orgânicos, assim como produtos artesanais também podem ser originados a partir dos resíduos pesqueiros (SEBRAE, 2010).

Neste contexto, Martins, S. (2011) destaca:

A gestão do resíduo de pescado exige planejamento e tecnologias adequadas, uma vez que os aspectos ambientais, legais e econômicos são interdependentes e precisam ser geridos com eficiência, pois este setor apresenta enorme fragilidade e recebe influência de fatores naturais de difícil modelagem como fenômenos climáticos e oceanográficos que são limitantes ao aumento e estabilidade da produção.

## **2.2 Microbiologia do Solo e a Decomposição dos Resíduos Orgânicos**

Azevedo e Dalmolin (2004, p. 08) descrevem: “O solo é um corpo natural, composto por sólidos, líquidos e gases, e que se origina das transformações das rochas e de materiais orgânicos”.

Segundo Braga et al. (2005), o conceito de solo pode ser diferente de acordo com o objetivo mais imediato de sua utilização. Para o agrônomo, esse conceito destacará suas características de suporte da produção agrícola. Para o engenheiro civil, o solo é importante por sua capacidade de suportar cargas ou de se transformar em material de construção. Para o economista, o solo é um fator de produção. Já o ecologista vê o solo como o componente da biosfera no qual se dão os proces-

sos de produção e decomposição que reciclam a matéria, mantendo o ecossistema em equilíbrio.

De um modo geral, o solo pode ser conceituado como um manto superficial formado por rocha degradada e, eventualmente, cinzas vulcânicas, em mistura com matéria orgânica em decomposição, contendo, ainda, água e ar em proporções variáveis e organismos vivos (BRAGA et al., 2005).

A matéria orgânica presente nos solos consiste em uma mistura de produtos, em vários estágios de decomposição, resultantes da degradação química e biológica de resíduos vegetais/animais e da atividade de síntese de microrganismos (ROCHA et al., 2009).

O solo é o receptáculo final dos resíduos orgânicos de origem vegetal, animal e dos produtos das suas transformações. Apesar das incontáveis diferentes formas e tamanhos de organismos que habitam o solo, sua atividade decompositora é dominada, principalmente, pelos organismos microscópicos (fungos, bactérias e microfauna), considerados consumidores primários e caracterizados pela elevada atividade respiratória (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Ainda segundo Moreira e Siqueira (2006), as atividades principais dos organismos no solo são: decomposição da matéria orgânica, produção de húmus, ciclagem de nutrientes e energia, produção de compostos complexos que contribuem para a agregação do solo, decomposição de xenobióticos e controle biológico de pragas e doenças, entre outras funções.

Segundo Falcão (2005), a matéria orgânica sofre ação de organismos numa sequência que começa com animais maiores (denominados como macrofauna) até chegar aos microscópicos, transformando a matéria orgânica em compostos que ficarão no solo por um determinado tempo até serem novamente aproveitados. Sendo assim, todos os organismos são extremamente importantes na decomposição da matéria orgânica dos solos.

Moreira e Siqueira (2006) definem a decomposição como a quebra do material orgânico particulado em materiais solúveis que são absorvidos pelas células microbianas. A decomposição ocorre em função do grau de degradabilidade do resí-

duo que é relacionado à sua quantidade relativa de diferentes substratos ou componentes químicos. A fração composta por substratos prontamente decomponíveis transforma-se rapidamente em CO<sub>2</sub> e biomassa. Em seguida, são transformados os componentes químicos mais resistentes e a própria fração da nova biomassa morta. O processo prossegue até a completa degradação e mineralização dos constituintes orgânicos, com a produção de grande quantidade de CO<sub>2</sub>, formação de húmus e biomassa.

Os principais fatores que favorecem a decomposição dos resíduos orgânicos no solo são: resíduos com baixo teor de lignina; partículas de tamanho reduzido com baixa relação C: N; condições físicas e químicas do solo que maximizem a atividade biológica, tais como, temperatura entre 30 e 35°C, umidade próxima à capacidade de campo e aeração adequada; além da ausência de fatores tóxicos no resíduo ou no solo, os quais podem inibir a atividade dos microrganismos decompositores (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

A matéria orgânica quando acrescentada ao solo causa um imediato aumento da respiração microbiana e a extensão do processo não depende somente do número e do tipo de organismos presentes, mas também da natureza e quantidade do carbono oxidável (SANTOS et al., 2009).

A matéria orgânica afeta diretamente as características biológicas do solo, pois atua como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos (PASSIANOTO et al., 2001). De acordo com Braga et al., (2005), da decomposição e, principalmente, do maior ou menor teor de matéria orgânica biodegradável depende a maior ou menor eficiência na utilização de processos naturais ou intensificados para o tratamento dos resíduos.

Segundo Martins, L. (2011), os processos microbianos do solo são de fundamental importância para o funcionamento dos sistemas agroecológicos de produção, executando funções diretamente relacionadas com sua produtividade e sustentabilidade, tais como ciclagem de nutrientes, humificação, degradação de xenobióticos, controle de pragas e doenças, entre outras funções. Assim, medidas da atividade microbiana são de grande utilidade como indicadores da qualidade biológica do solo.

Milhares de toneladas de resíduos orgânicos são produzidos diariamente no Brasil. Estes resíduos podem ser tratados e utilizados como fertilizantes desde que estejam livres de metais pesados e outros contaminantes, aumentando a produtividade e melhorando as condições físicas e químicas do solo (AZEVEDO e DALMOLIN, 2004).

Por outro lado, o processo físico-químico de decomposição dos resíduos orgânicos, se não controlados de forma correta, produz líquidos percolados, também conhecidos como chorume, que em sua maioria são ricos em metais pesados, chumbo, níquel, cádmio, entre outros, os quais contaminam os recursos hídricos e quando infiltrados no solo, também contaminam o solo e as águas subterrâneas. No ar, a decomposição anaeróbia das frações orgânicas dos resíduos, libera compostos poluentes e gases de amônia, enxofre, gás carbônico, entre outros (SOARES et al., 2007).

Logo, Kray et al. (2011) resume que, devido a suas características físicas, químicas e biológicas, o solo propicia as condições necessárias para a biodegradação de resíduos orgânicos. O material orgânico pode disponibilizar nutrientes, como o nitrogênio, fósforo e potássio para os microrganismos e plantas, melhorando os atributos químicos e físicos do solo pela adição de matéria orgânica. Entretanto, dependendo da forma de disposição e da quantidade adicionada, pode haver efeitos prejudiciais ao ambiente.

### **2.3 Método Respirométrico como Indicador de Qualidade do Solo**

Braga et al. (2005) conceitua a poluição como uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera, litosfera ou hidrosfera que cause ou possa causar prejuízo à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos e outras espécies ou ainda deteriorar materiais. Poluentes são resíduos gerados pelas atividades humanas, causando um impacto ambiental negativo, ou seja, uma alteração indesejável. Dessa maneira, a poluição está ligada à concentração de resíduos presentes no ar, na água ou no solo.

O solo atua frequentemente como um "filtro", tendo a capacidade de depuração e imobilizando grande parte das impurezas nele depositadas. No entanto, essa

capacidade é limitada, podendo ocorrer alteração da qualidade do solo, devido ao efeito cumulativo da disposição de resíduos sólidos industriais, urbanos, materiais tóxicos e radioativos, além da deposição de poluentes atmosféricos, aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes (CETESB, 2013).

A poluição do solo pode ser provocada por resíduos nas fases sólida, líquida e gasosa, entretanto, é sob a primeira forma que ela se manifesta mais intensamente por duas razões principais: as quantidades geradas são grandes e as características de imobilidade impõem grandes dificuldades ao seu transporte no meio ambiente (BRAGA et al., 2005).

Embora os efeitos da matéria orgânica do solo sejam, na maioria, benéficos, efeitos maléficos podem também ocorrer. A adição de material orgânico ao solo exerce grande impacto na microbiota, podendo ter consequências variadas. Em certas situações, pode ocorrer à liberação excessiva de nutrientes, que podem causar poluição ambiental e inibir processos biológicos (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Sendo assim, é importante salientar que um resíduo só deve ser incorporado ao solo quando não prejudicar suas propriedades e características originais, mas beneficiar de algum modo à adaptação das culturas. Os riscos da disposição indiscriminada de resíduos no solo associam-se principalmente ao transporte de poluentes pela infiltração de líquidos percolados, responsáveis pela contaminação do subsolo e das águas subterrâneas nos locais de disposição (FALCÃO, 2005).

Neste contexto encontram-se os resíduos oriundos da atividade pesqueira, os quais podem representar mais de 50% da matéria-prima utilizada variando conforme as espécies e o processamento, estes resíduos apresentam uma composição rica em compostos orgânicos o que gera preocupação relativa aos potenciais impactos ambientais negativos decorrentes da disposição indiscriminada deste material no ambiente (FELTES et al., 2010).

Segundo Araújo et al. (2011) a reciclagem de resíduos, seja de origem agrícola ou industrial, oriundos das mais diversas cadeias produtivas, cujos descartes indevidos podem causar impactos negativos ao ambiente, como é o caso dos resíduos provenientes da indústria pesqueira, apresenta-se como uma importante fer-



ramenta para minimizar o déficit de fertilizantes orgânicos para sistemas produtivos ecológicos.

Para se determinar a capacidade que um determinado solo pode receber de um substrato é necessário quantificar a taxa de decomposição destes resíduos, esta decomposição pode ser avaliada pela atividade microbiana por meio da quantificação do CO<sub>2</sub> liberado pelos microrganismos (KRAY et al., 2011). Quando um material orgânico é adicionado ao solo, este é utilizado pelos organismos como fonte de carbono e de energia, ocorrendo um aumento na atividade biológica com posterior liberação de CO<sub>2</sub> (PASSIONOTO et al., 2001).

A matéria orgânica afeta diretamente as características biológicas do solo, pois atua como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos. Sendo assim, atividades microbiológicas tais como respiração, fixação biológica do nitrogênio, mineralização de compostos orgânicos, atividade enzimática e biomassa microbiana do solo podem ser quantificadas e, conseqüentemente, servir como ferramentas bastante úteis no monitoramento da poluição do solo (PASSIANOTO et al., 2001).

A decomposição envolve reações microbianas de oxidação através das quais os microrganismos, obtendo carbono e energia para seu crescimento, transformam os compostos orgânicos complexos em substratos mais simples (MONTALDO, 2010).

Moreira e Siqueira (2006) explicam que a velocidade do processo de decomposição dos resíduos orgânicos pode ser medida através de três maneiras principais: empregando-se os modelos cinéticos de decomposição, estimando-se a biomassa formada com base na eficiência de conversão microbiológica dos substratos em decomposição ou quantificando-se o carbono evoluído como CO<sub>2</sub>.

A medição da respiração no solo é uma forma de estimar a atividade dos microrganismos e a velocidade de decomposição da matéria orgânica (MODESTO et al., 2009). Os microrganismos em conjunto com diversos fatores como temperatura, umidade, composição química dos materiais, entre outros, fazem com que esta decomposição seja acelerada ou retardada (BENVINDA et al., 2005).

A “respiração” é um dos mais antigos parâmetros para quantificar a atividade microbiana. Representa a oxidação da matéria orgânica por organismos aeróbios do solo, que, portanto utilizam  $O_2$  como acceptor final de elétrons, até  $CO_2$ . Assim, pode ser avaliada tanto pelo consumo de  $O_2$  como pela produção de  $CO_2$  (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

O  $CO_2$  liberado durante a biodegradação aeróbia da maioria das substâncias orgânicas serve como medição da respiração, representando a taxa total de decomposição das substâncias orgânicas. Essa medida da taxa respiratória ou atividade microbiana, determinada pela evolução de  $CO_2$ , oriundo da respiração dos microrganismos durante a oxidação de compostos orgânicos, é de extrema importância devido aos fatores que interagem com a microbiota edáfica e as implicações aos equilíbrios do mesmo ocasionado pela aplicação de resíduos ao solo (MARTINS et al., 2010).

O uso de Indicadores de qualidade do solo, como a respiração basal (liberação de  $CO_2$ ) tem recebido atenção especial no monitoramento da poluição do solo, por ser um indicador dos efeitos da adição de resíduos orgânicos. Isto ocorre porque o dióxido de carbono ( $CO_2$ ) é um dos principais produtos metabólicos dos microrganismos heterotróficos, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, portanto, a Respirometria possibilita quantificar a atividade respiratória dos microrganismos bem como a velocidade de degradação de um determinado substrato (SANTOS et al., 2009).

“A estimativa através da liberação de  $CO_2$ , mostra-se bastante indicada como uma das ferramentas para avaliar a recuperação de áreas degradadas, pelo seu baixo custo, eficiência e por indicar mudanças rapidamente” (PASSIANOTO et al., 2001).

A respiração basal do solo reflete a produção de  $CO_2$  no solo resultante da atividade respiratória de microrganismos, protozoários, nematoides e insetos do solo. A respiração é um indicador sensível e revela rapidamente alterações nas condições ambientais que afetam a atividade microbiana (DE-POLLI e PIMENTEL, 2005).

Para Martins, L. (2011) a respiração basal do solo é definida como a soma de todas as funções metabólicas na qual o  $CO_2$  é produzido. As bactérias e os fun-

gos são os principais responsáveis pela maior liberação de CO<sub>2</sub> via degradação da matéria orgânica, desta forma a respiração basal do solo está diretamente relacionada à atividade microbiana do solo.

Estudos realizados em laboratório permitem avaliações em uma situação mais controlada e rápida, em condições ideais para a degradação. Porém, deve-se considerar que estudos de curto prazo frequentemente conduzidos nessas condições são limitados para a extrapolação de seus resultados às condições de campo (KRAY et al., 2011).

O método Respirométrico, padronizado pela norma brasileira NBR 14283 (BRASIL - ABNT, 1999), tem sido utilizado como uma importante ferramenta para avaliar a degradação de compostos orgânicos no solo, a partir de medidas da evolução do CO<sub>2</sub>. O método baseia-se na medição de gás carbônico produzido durante a atividade microbiana no processo de respiração, e possibilita estimar a velocidade de degradação completa de resíduos no solo além do tempo de estabilização dos compostos orgânicos (CAMARGO et al., 2009).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Local de Estudo**

Para a realização do presente estudo, optou-se por escolher uma região conhecida pela economia oriunda de recursos naturais e pela geração de resíduos decorrentes do processo produtivo desta economia. Assim, a área de estudo do presente trabalho foi a Colônia de Pescadores Z3 (Figuras 1 e 2), distante cerca de 20 quilômetros da zona central do município de Pelotas, no Estado do Rio Grande do Sul. A Colônia está localizada às margens da Lagoa dos Patos, no 2º Distrito de Pelotas, área classificada como Zona Rural do município.

Segundo Figueira (2009), a Colônia Z3 também é conhecida como São Pedro ou Arroio Sujo e caracteriza-se pelo núcleo social formado por pescadores artesanais profissionais. Ainda segundo Figueira (2009),

Pescadores profissionais artesanais são aqueles, cujas práticas foram assimiladas através da tradição do saber fazer manual, bem como a leitura da natureza através de sua interpretação. Isto tudo, mediante cadastro profissional para a prática pesqueira, junto à órgãos públicos que regem as atividades sobre as águas brasileiras, tais como a Marinha do Brasil e a Capitania dos Portos.

Segundo o censo demográfico de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Colônia de Pescadores Z3 possui 3.166 habitantes. De acordo com um levantamento realizado pela Prefeitura Municipal de Pelotas em parceria com o Sindicato dos Pescadores do município, o número de pescadores da Colônia Z3 é de 1031 pessoas atuando com carteira de trabalho assinada. Entretanto Wrubel (2011) supõe que este número seja maior. Isso se houver a consideração de que muitos dos trabalhadores que atuam na Colônia não possuem carteira ou registro no Ministério do Trabalho para exercerem tal função e ainda assim podem não ter ligação direta com a captura dos pescados, mas atuam em outras atividades relacionadas à Pesca.

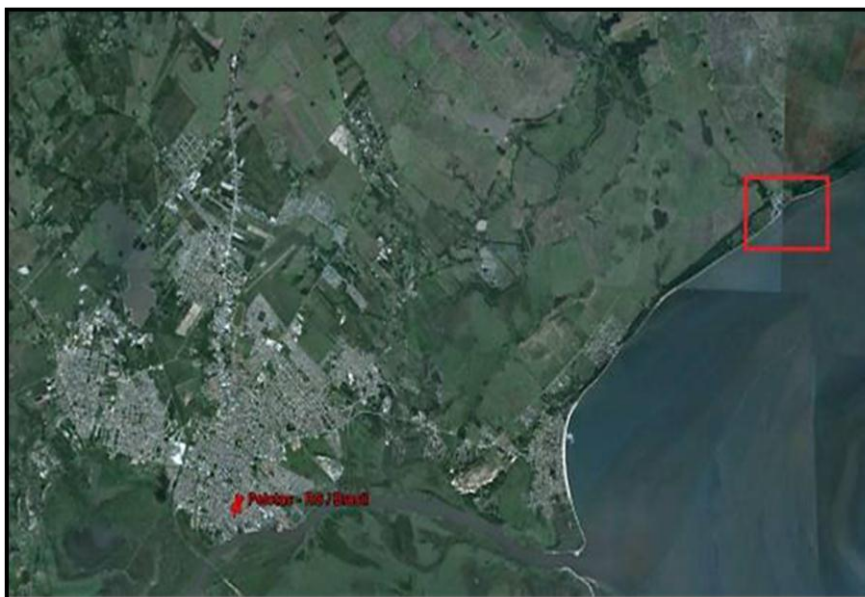


Figura 1: Localização da Colônia Z3 em relação à cidade de Pelotas  
Fonte: Programa Google Earth, 2013

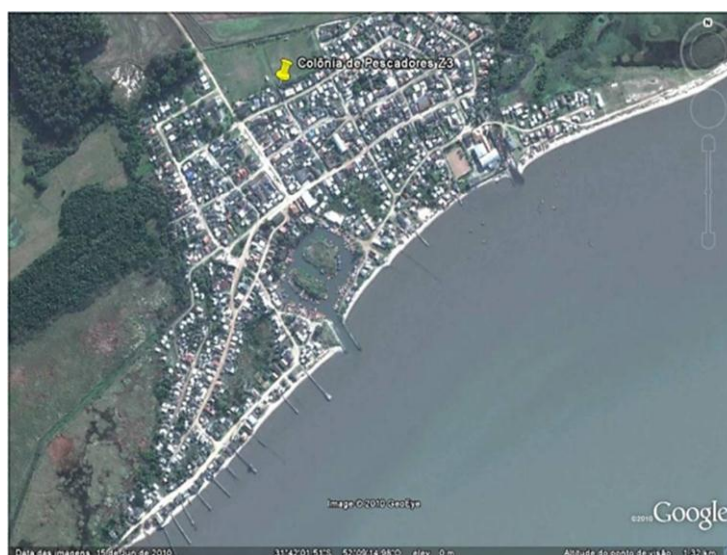


Figura 2: Colônia de Pescadores Z3  
Fonte: Programa Google Earth, 2013

### 3.2 Respirometria no Solo

#### 3.2.1 Coleta e Preparação das Amostras

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Análise Ambiental e Geo-espacial (LAAG) da Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM) – Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

Para avaliação dos efeitos de descarte dos resíduos pesqueiros no solo foram realizados ensaios experimentais de Respirometria (método que analisa a degradação de compostos orgânicos no solo, a partir de medidas da evolução de CO<sub>2</sub>).

Desta maneira, primeiramente, foi elaborada uma coleta de solo da região estudada (Colônia de Pescadores Z3) em conformidade com a norma brasileira NBR 14283 (BRASIL - ABNT, 1999). E, por conseguinte realizou-se a coleta de resíduos, sendo estes decorrentes da atividade pesqueira desenvolvida na região.

O solo utilizado no experimento foi classificado como Planossolo eutrófico, a coleta foi realizada na região da Colônia Z3, sendo retirado da camada superficial, na profundidade de 0 a 20 cm. Já os resíduos foram fornecidos por uma das peixarias da mesma localidade.

Após a coleta e homogeneização do solo, foi retirada uma amostra representativa para a caracterização físico-química do mesmo, conforme apresentado na Tabela 1.

Para os ensaios, o solo coletado foi peneirado em malha de 2,0 mm, retirando os fragmentos de animais e vegetais por catação. Posteriormente foi determinada a capacidade de campo do mesmo, para isso efetuou-se a secagem de uma amostra de solo à temperatura de 105°C até peso constante, e em seguida foi realizado o cálculo da umidade e sua capacidade de campo.

Tabela 1 – Caracterização físico-química do solo utilizado

pH	SMP	M.O	P	K	S	Zn	Cu	B	Mn	Na	Ca	Mg	CTC	Argila	Fe	Bases
H <sub>2</sub> O		%	-----mg/dm <sup>3</sup> -----								----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----			-----%-----		
5,9	7,1	1,38	21,4	62	2,8	15,8	0,9	0,2	11	13	3,1	0,6	3,9	4,0	0,05	77

Também foram realizadas análises físico-químicas dos resíduos de pescado (Tabela 2) com o propósito de conhecer as principais características do material estudado.

Tabela 2 – Caracterização físico-química dos resíduos		
Determinações (g/kg)	Resíduos	
	Camarão	Peixe de água salgada
pH	8,4	6,5
Carbono orgânico	301,4	334,3
Nitrogênio total	74,8	141,4
Fósforo total	27,1	7,2
Potássio total	13,1	1,1
Cálcio total	177,7	2,4
Magnésio total	2,2	1,2
Relação C/N	4:1	2:1

### 3.2.2 Experimento de Respirometria

De forma simultânea, amostras de 200 g de solo umedecido com um volume de água destilada adequado para atingir 60% da capacidade de campo, foram dispostas em frascos de vidros hermeticamente fechados com capacidade de 1L, posteriormente adicionaram-se os resíduos ao solo. Os tratamentos e as doses aplicadas para cada ensaio são descritas a seguir.

#### 3.2.2.1 Decomposição de cinco doses crescentes de resíduos de peixe de água salgada no solo durante 108 dias de incubação

Foram analisadas 5 doses crescentes de resíduo de Peixe: P1, P2, P3, P4 e P5 equivalentes a 4, 6, 9, 14 e 25 t/ha respectivamente, além do tratamento Controle (somente o solo) e da prova em Branco. Foram utilizadas três repetições para cada tratamento, totalizando 21 unidades experimentais.

#### 3.2.2.2 Decomposição de três doses crescentes de resíduos de camarão no solo durante 108 dias de incubação

Foram analisadas 3 doses crescentes de resíduos de Camarão: C1, C2 e C3 equivalentes a 10, 25 e 40 t/ha respectivamente, além do tratamento Controle (somente o solo) e da prova em Branco. Foram utilizadas três repetições para cada tratamento, totalizando 15 unidades experimentais.

### **3.2.2.3 Decomposição de três doses crescentes de resíduos de peixe e de camarão no solo durante 58 dias de incubação**

Neste ensaio, foram analisadas 3 doses crescentes de resíduos de Camarão: C1, C2 e C3 equivalentes a 59, 118 e 236 t/ha respectivamente. Também foram analisadas 3 doses crescentes de resíduos de Peixe: P1, P2 e P3 equivalentes a 59, 118 e 236 t/ha respectivamente. Além do tratamento Controle (somente o solo) e da prova em Branco. Foram utilizadas três repetições para cada tratamento, totalizando 24 unidades experimentais.

### **3.2.3 Condução do Experimento**

Os experimentos foram conduzidos em laboratório, os frascos com os tratamentos foram incubados em temperatura ambiente, sendo colocados no interior dos mesmos uma haste para sustentação de um frasco com capacidade de 50 mL, contendo 20 mL de uma solução de NaOH (0,5 M), esta solução é utilizada para captar o CO<sub>2</sub> liberado.

### **3.2.4 Avaliação da Respiração Microbiana do Solo**

A produção de CO<sub>2</sub> foi determinada de forma indireta por meio da quantificação do CO<sub>2</sub> produzido pelos microrganismos decompositores da matéria orgânica adicionada ao solo sob a forma de resíduos pesqueiros. Desta forma avaliou-se a atividade microbiana determinando-se a curva de evolução do carbono na forma de CO<sub>2</sub>, conforme metodologia proposta por STOTZKY (1965).

A quantificação da liberação de CO<sub>2</sub> foi realizada por meio de titulometria. Para isso, em intervalos variáveis, os frascos contendo NaOH (0,5M) foram retirados dos frascos de respirometria para a determinação do CO<sub>2</sub> liberado, titulando-se o excesso de NaOH (0,5M) - a fração não consumida na reação com CO<sub>2</sub> - com uma solução padronizada de HCl (0,5M), adicionando-se previamente 1,0 mL de uma solução de BaCl<sub>2</sub> (2,5 g/L) e três gotas de fenolftaleína (0,5 g/L). Paralelamente, fez-se o mesmo com os frascos sem solo (prova em branco) com a finalidade de descontar o CO<sub>2</sub> do frasco.



O cloreto de bário foi adicionado a fim de promover a precipitação de carbonatos e a fenolftaleína foi utilizada como indicador ácido-base, promovendo o ponto de viragem da coloração da solução (MARTINS, 2010).

No primeiro e no segundo ensaio as determinações foram realizadas aos 1, 3, 10, 17, 24, 31, 38, 45, 52, 59, 66, 80, 94 e 108 dias após o início da incubação e no terceiro ensaio as determinações foram feitas aos 1, 3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31, 38, 45, 58 dias após o início da incubação, mantendo-se a umidade do solo em torno de 40 – 60% da capacidade de campo. Sempre que se fazia a titulação colocava-se um novo frasco com os 20 mL da solução de NaOH (0,5M).

Os resultados foram calculados pela equação descrita abaixo, considerando a liberação de CO<sub>2</sub> expressa em mg de C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> de solo.

$$\text{CO}_2 \text{ (mg/kg)} = (\text{VB} - \text{VA}) \times \text{M} \times \text{E} \times 5 \times \text{FC} \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

VB = volume de HCl gasto na titulação da prova em branco (mL);

VA = volume de HCl gasto na titulação da amostra (mL);

M = concentração molar da solução de HCl (0,5 mol/L);

E = equivalente grama do carbono (6);

5 = transformação para kg de CO<sub>2</sub> por ter sido utilizada 200g de solo;

FC = fator de correção (concentração do ácido/concentração da base).

Os dados cumulativos de CO<sub>2</sub> de cada tratamento foram plotados em gráfico, CO<sub>2</sub> (mg/kg de solo) x tempo de incubação (dias), para a melhor visualização da evolução proporcionada pelos tratamentos e a comparação entre os mesmos.

### 3.4 Elaboração e Aplicação de Questionários

Os questionários foram aplicados com a finalidade de conhecer a quantidade, as características e a destinação dos resíduos gerados durante a atividade pesqueira da região estudada. Estes questionários foram preenchidos por meio de visi-

tas realizadas nas principais peixarias da Colônia Z3. Ao total, 20 entrevistados responderam a 11 questões relacionadas ao gerenciamento dos resíduos oriundos da atividade pesqueira.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Respirometria no Solo**

A atividade microbiana do solo foi avaliada através da respiração basal (liberação de CO<sub>2</sub>) durante o período de incubação e por meio desta estimativa foi possível analisar os efeitos da aplicação de dois diferentes tipos de resíduos de pescado (camarão e peixe de água salgada) no solo. Nos dois tipos de resíduos foi possível observar que o aumento das doses aplicadas ao solo provocou um acréscimo na produção de CO<sub>2</sub> (Figuras 3, 4 e 5).

Em todos os tratamentos com resíduos de pescado constatou-se que a evolução de CO<sub>2</sub> foi maior que o tratamento Controle (somente o solo), mostrando que os resíduos aplicados ao solo, mesmo em teores diferentes, conduziram para o aumento da atividade microbiana. De acordo com Moreira e Siqueira (2006) este fato ocorre devido à maior quantidade de nutrientes ou compostos orgânicos (fonte energética) disponíveis aos microrganismos, os quais são necessários para a multiplicação microbiana.

No início do experimento verificou-se que a atividade microbiana foi baixa, indicando uma adaptação dos microrganismos à nova condição do meio. Após a adaptação, houve crescimento da atividade microbiológica até o final do experimento.

Através dos resultados obtidos, pode-se gerar gráficos da quantidade de CO<sub>2</sub> acumulado (mg/kg de solo) em função do tempo de incubação (dias). Os gráficos para cada ensaio estão representados nas Figuras 3, 4 e 5.

#### **4.1.1 Avaliação da decomposição de cinco doses crescentes de resíduos de peixe de água salgada no solo durante 108 dias de incubação**

A liberação acumulada de C-CO<sub>2</sub> variou de 76,5 mg C-CO<sub>2</sub> 200 g<sup>-1</sup> no tratamento Controle para valores entre 348,0 e 1191 mg C-CO<sub>2</sub> 200 g<sup>-1</sup> para menor e maior dosagem de resíduo de peixe, respectivamente (Figura 3).

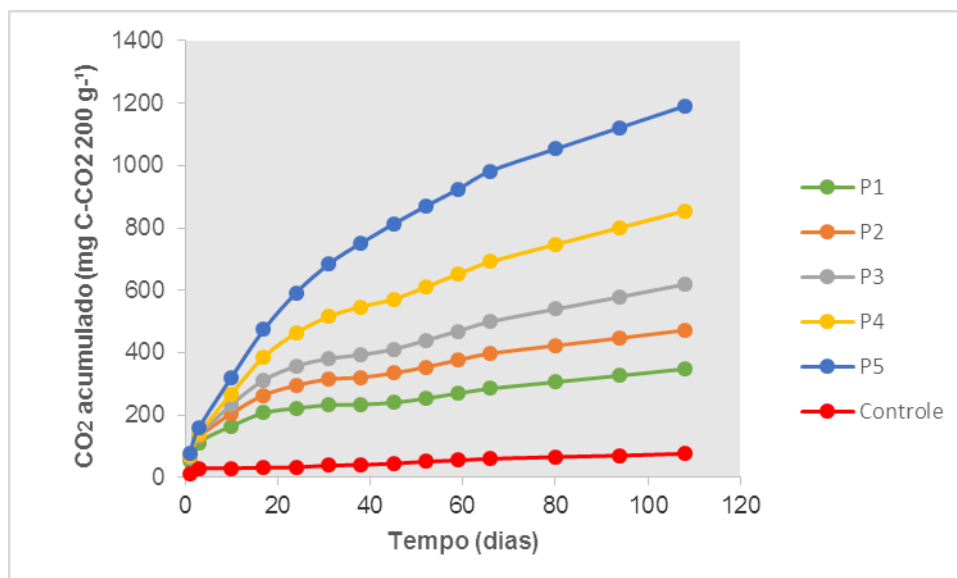


Figura 3: Liberação acumulada de CO<sub>2</sub> do solo durante 108 dias de incubação com 5 doses crescentes de resíduos de Peixe (P1, P2, P3, P4 e P5) e o tratamento Controle (somente o solo)

#### 4.1.2 Avaliação da decomposição de três doses crescentes de resíduos de camarão no solo durante 108 dias de incubação

A liberação acumulada de C-CO<sub>2</sub> variou de 124,5 mg C-CO<sub>2</sub> 200 g<sup>-1</sup> no tratamento Controle para valores entre 315,0 e 940,0 mg C-CO<sub>2</sub> 200 g<sup>-1</sup> para menor e maior dosagem de resíduo de camarão, respectivamente (Figura 4).

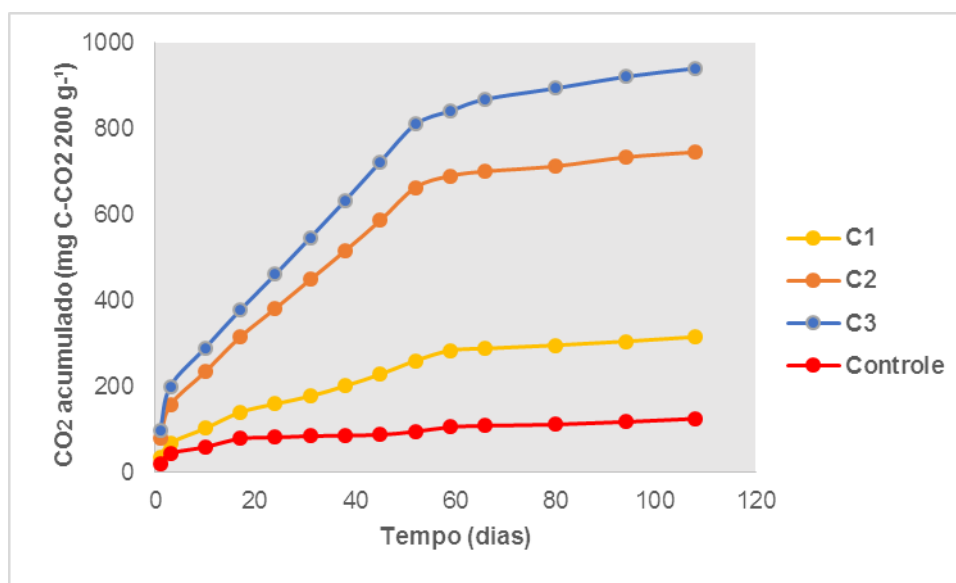


Figura 4: Liberação acumulada de CO<sub>2</sub> do solo durante 108 dias de incubação com 3 doses crescentes de resíduos de Camarão (C1, C2 e C3) e o tratamento Controle (somente o solo)

#### 4.1.3 Avaliação da decomposição de três doses crescentes de resíduos de peixe e de camarão no solo durante 58 dias de incubação

A liberação acumulada de C-CO<sub>2</sub> variou de 84,0 mg C-CO<sub>2</sub> 200 g<sup>-1</sup> no tratamento Controle para valores entre 1537,5 e 2754,0 mg C-CO<sub>2</sub> 200 g<sup>-1</sup> para menor e maior dosagem de resíduo de camarão, respectivamente e valores entre 1809,0 e 3003,0 mg C-CO<sub>2</sub> 200 g<sup>-1</sup> para menor e maior dosagem de resíduo de peixe de água salgada, respectivamente (Figura 5).

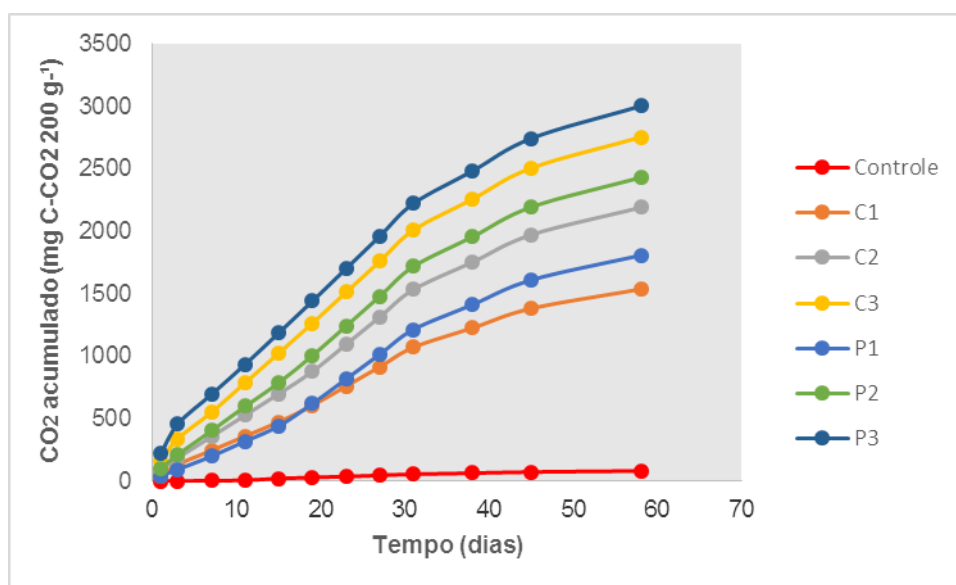


Figura 5: Liberação acumulada de CO<sub>2</sub> do solo durante 58 dias de incubação com 3 doses crescentes de resíduos de Peixe (P1, P2 e P3), 3 doses crescentes de resíduos de Camarão (C1, C2 e C3) e o tratamento Controle (somente o solo)

Em todos os ensaios realizados, pode-se observar que a adição de resíduos no solo contribuiu para a atividade dos microrganismos, influenciando na decomposição da matéria orgânica e por consequência na produção de CO<sub>2</sub>, este fato pode estar associado ao tipo da composição química da fração orgânica dos resíduos de pescado utilizados no experimento.

As diferenças entre as quantidades de C-CO<sub>2</sub> liberadas em todos os tratamentos que receberam resíduos de pescado (peixe e camarão) e nos que não receberam (controle) indicam a contribuição positiva dos resíduos a atividade microbiana edáfica. O aumento na liberação de C-CO<sub>2</sub> pode ser explicado pelo incremento no conteúdo de matéria orgânica e nutriente ao solo com a aplicação de doses crescentes de resíduos, estimulando a atividade microbiana e, ainda, à maior ciclagem da biomassa microbiana (QUADRO et al., 2011).

A liberação acumulada de C-CO<sub>2</sub> no ensaio de 108 dias de incubação, variou de 745,5 a 1191 mg C-CO<sub>2</sub> 200 g<sup>-1</sup>, observados respectivamente para os resíduos de camarão (25 t/ha) e de peixe (25 t/ha). No ensaio de 58 dias de incubação, a liberação acumulada de C-CO<sub>2</sub> variou de 2754 a 3003 mg C-CO<sub>2</sub> 200 g<sup>-1</sup>, observados respectivamente para os resíduos de camarão (236 t/ha) e de peixe (236 t/ha). Diante disso, podemos afirmar que o resíduo de peixe de água salgada foi o tratamento que mais estimulou a atividade microbiana, o que pode ser explicado devido ao maior teor de nitrogênio na sua composição, proporcionando maior atividade dos microrganismos e assim resultando em maior liberação de CO<sub>2</sub> via respiração.

Com os dados obtidos através das análises físico-químicas dos resíduos de pescado, observa-se que tanto o resíduo de peixe quanto o resíduo de camarão apresentam quantidades significativas de nutrientes, como o nitrogênio. Além disso, como visto nos resultados de Respirometria, estes resíduos são altamente biodegradáveis, sendo assim, o uso destes materiais no processo de produção de fertilizantes pode ser estudado como uma importante ferramenta para minimizar o déficit de fertilizantes orgânicos para sistemas produtivos ecológicos. Esta alternativa possibilita a utilização destes resíduos com duplo propósito, a redução dos impactos ambientais provocados por sua acumulação no ambiente e a fertilização do solo.

Entretanto, os impactos causados no solo da região estudada, são decorrentes da forma de disposição destes resíduos e da grande quantidade depositada e acumulada ao longo dos anos. O que se observa é que a taxa de geração destes resíduos ao longo do tempo pode ter sido bem maior do que a taxa de degradação.

Estes materiais, ao serem dispostos no solo, sofrerão decomposição, podendo ocorrer à liberação de gases e substâncias químicas que podem impactar o meio ambiente. De acordo com Moreira e Siqueira (2006) entre estes impactos estão à contaminação do solo e da água, a liberação de odores desagradáveis e com reações alérgicas, tais como amônia e metabólicos microbianos, além da transmissão de doenças e atração de insetos indesejáveis. Em certas situações, pode ocorrer também à liberação excessiva de nutrientes, que podem causar poluição ambiental e inibir processos biológicos.

O processo físico-químico de decomposição dos resíduos orgânicos, se não controlados de forma correta, resulta na formação de “chorume” – líquido com elevada demanda biológica de oxigênio (DBO) – produzido com a degradação do material, o que causa poluição não só do solo, como também das águas superficiais pela ação das águas da chuva e das águas subterrâneas pela infiltração de líquidos percolados. Além disso, a disposição indiscriminada destes resíduos no solo pode ter contribuído também para a poluição do ar, pela liberação de gases e por exalar odores desagradáveis, provocando desconforto aos habitantes, além de atrair vetores.

## **4.2 Questionário de Pesquisa**

Para entender o gerenciamento dos resíduos oriundos da atividade pesqueira e conhecer as principais características dos resíduos gerados, os entrevistados foram questionados sobre as principais espécies de pescado capturadas nos últimos anos, a produção média de pescado por safra, as etapas geradoras de resíduos na cadeia produtiva do pescado, o rendimento dos pescados, a percepção ambiental dos moradores e a destinação dos resíduos gerados. Com estes resultados foi possível avaliar a problemática ocasionada pelos resíduos gerados na atividade pesqueira e propor alternativas para o gerenciamento destes resíduos.

### **4.2.1 Principais espécies de pescado capturadas nos últimos anos**

A Tainha (35%) e a Corvina (32%) seguida pelo Bagre (18%), o Linguado (11%) e o Peixe-rei (4%) representam os principais peixes de água salgada pescados/comercializados nos últimos quatro anos (Figura 6). Estes resultados estão em conformidade com o estudo de Hellebrandt (2012), o qual destaca que entre as várias comunidades pesqueiras da região, a Colônia de Pescadores Z3 se destaca como uma das principais em quantidade de Tainha capturada (aproximadamente 30% do total capturado artesanalmente no Rio Grande do Sul).

Quanto aos peixes de água doce, os entrevistados destacaram a Traíra (62%), como a principal espécie pescada, além do Jundiá (15%), o Pintado (15%) e a Voga (8%) em menor quantidade (Figura 7). Os locais mais utilizados para a pesca destas espécies são o Arroio Pelotas, o Canal São Gonçalo e a Lagoa dos Patos.

Entre os crustáceos, o Camarão (95%) representa o principal produto da Colônia de Pescadores Z3 (Figura 8). De acordo com um estudo realizado por Pieve (2007) os pescadores locais não tem técnicas exclusivas para a pesca do Siri (5%) e por isso evitam a captura deste crustáceo.

As entrevistas demonstraram que os peixes de água salgada e o camarão são os que realmente contribuem para a atividade pesqueira da região, visto que a venda destas espécies são mais lucrativas do que a venda das espécies de água doce. Porém, alguns entrevistados afirmaram pescar tanto peixes de água salgada quanto de água doce, respeitando os períodos de defeso de cada espécie. “Pescamos em água doce quando é proibida a pesca em água salgada e, pescamos em água salgada quando é proibida a pesca em água doce” declara um dos entrevistados.

São identificados dois momentos na comunidade de pescadores, nos meses de junho a setembro, acontece o período de Seguro Defeso, neste primeiro momento ocorre à reprodução das espécies, sendo os pescadores proibidos de pescar durante estes quatro meses. No segundo momento, em outubro, os pescadores voltam a praticar a pesca artesanal, período em que inicia a próxima safra. Já em fevereiro pesca-se o camarão, segundo os pescadores, a pesca do crustáceo assim como da tainha são economicamente mais satisfatórias (PEREIRA e PITANO, 2012).

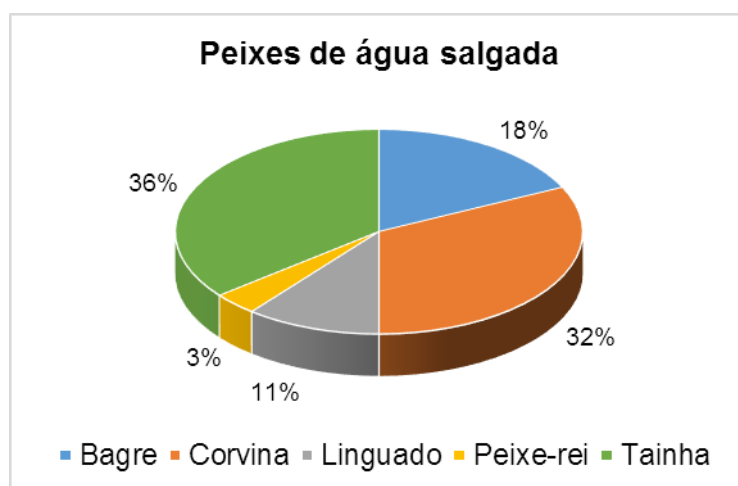


Figura 6: Principais peixes de água salgada capturados nos últimos quatro anos



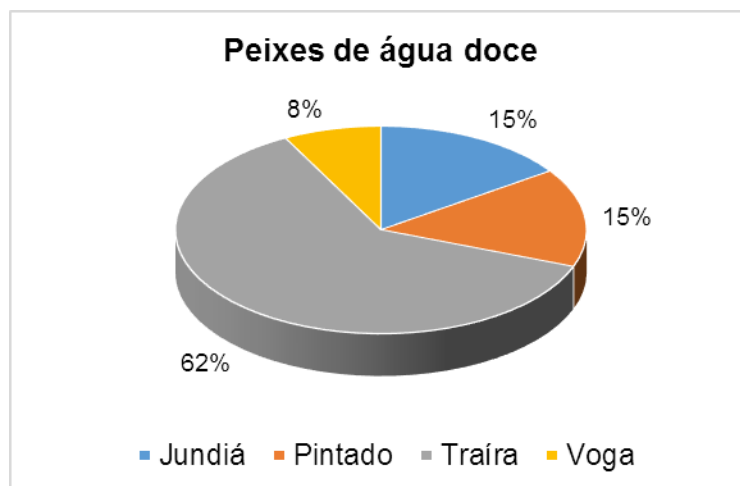


Figura 7: Principais peixes de água doce capturados nos últimos quatro anos

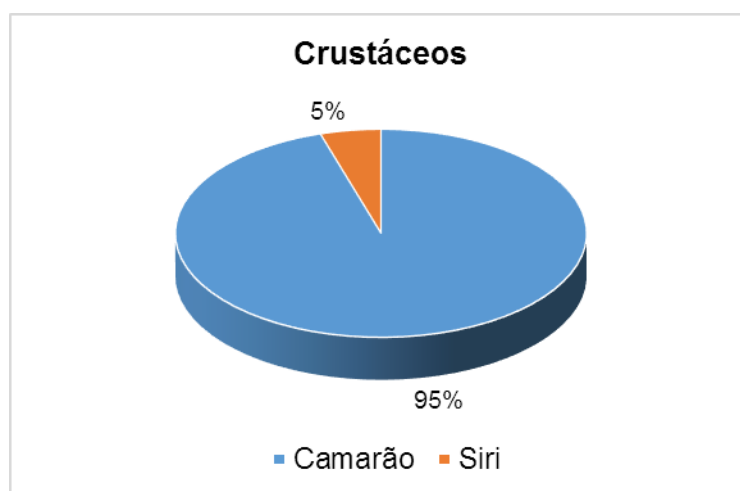


Figura 8: Principais crustáceos capturados nos últimos quatro anos

#### 4.2.2 Produção média de pescado por safra

Em relação a produção média de pescado referente à quantidade de matéria-prima pescada/comercializada na última safra, obteve-se resultados de apenas dez dos vinte entrevistados, sendo que entre estes dez houve uma variação significativa. Alguns comerciantes declararam receber aproximadamente 5t de peixe e apenas 2t de camarão durante a última safra. Já outro entrevistado afirmou adquirir cerca de 90t de peixe e até 70t de camarão (Figuras 9 e 10).

Um dos entrevistados respondeu “Depende de cada pescador, uns pescam muito mais que os outros e depende dos dias trabalhados também, tem dias que o tempo está bom, outros dias não”. Outro entrevistado disse “[...] a questão é que às

vezes tem grandes safras. Não tem como mensurar. Normalmente as boas safras são de dois em dois anos ou quatro em quatro anos, mas as grandes safras são de dez em dez anos”.

Desta forma, fica evidente a dificuldade em mensurar a produção média de pescado por safra na Colônia de Pescadores Z3. Todavia, neste estudo, foi possível estimar a quantidade de pescado comercializado em dez peixarias da Colônia Z3 durante as safras de 2012 (peixe de água salgada) e de 2013 (camarão). Ainda sim verifica-se a necessidade de mais estudos na comunidade para se determinar a produção média de pescado por safra e, por conseguinte, a quantidade de resíduos gerados.

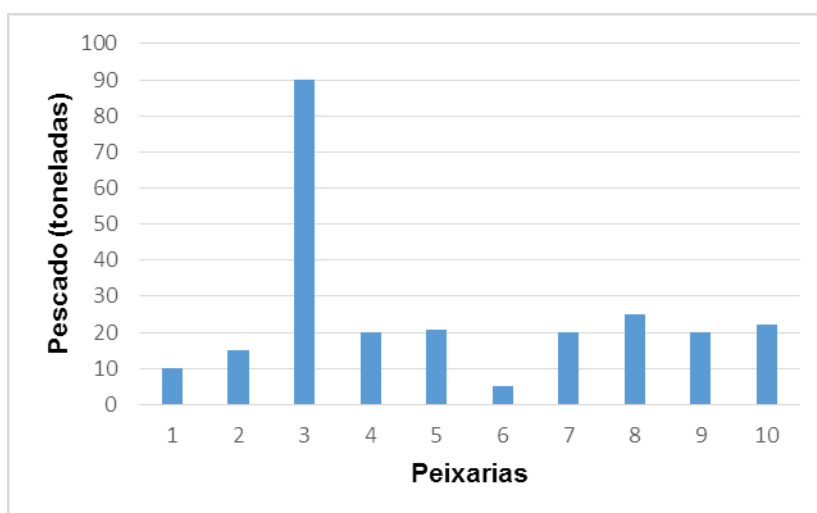


Figura 9: Quantidade de peixe (toneladas) comercializado na safra do ano de 2012 por 10 peixarias da Colônia de Pescadores Z3

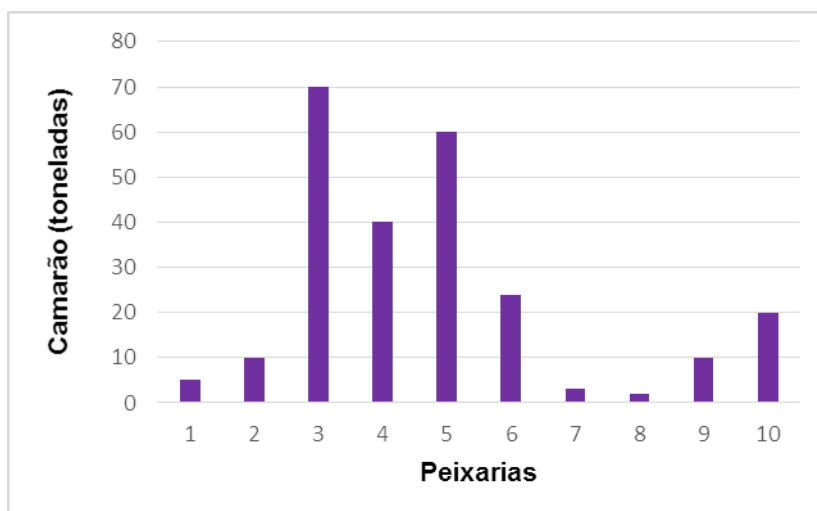


Figura 10: Quantidade de camarão (toneladas) comercializado na safra do ano de 2013 por 10 peixarias da Colônia de Pescadores Z3

#### 4.2.3 Etapas geradoras de resíduos no processamento do pescado

A geração de resíduos está presente em todas as etapas exercidas pela atividade pesqueira, ao longo da cadeia produtiva, desde a captura até a comercialização. Porém é durante o beneficiamento do pescado que existe uma maior geração de resíduos.

Mediante as visitas realizadas nas peixarias, concluiu-se que os resíduos orgânicos gerados durante o processo de beneficiamento de crustáceos, como o camarão, são constituídos principalmente por cabeça (35%) e carapaça (15%), como ilustrado na Figura 11. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Martins (2011) que descreve perda de 40% do peso corporal no beneficiamento de camarão, sendo 30% de cabeça e 10% de carapaça.

Quanto ao beneficiamento dos peixes de água salgada, verificou-se que as principais operações geradoras de resíduos são, em maior relevância, a filetagem (34%) e o descabeçamento (23%) seguidos pelas operações de evisceração (10%) e descamação (3%), conforme apresentado na Figura 12. Martins (2011) também relata em seu trabalho que a obtenção de filés caracteriza o menor grau de aproveitamento do pescado, resultando, conseqüentemente, em uma maior geração de resíduos. O processo de beneficiamento do pescado que normalmente ocorre nas peixarias da Colônia Z3 está representado no fluxograma da Figura 13, em que estão indicados os resíduos gerados durante cada etapa.

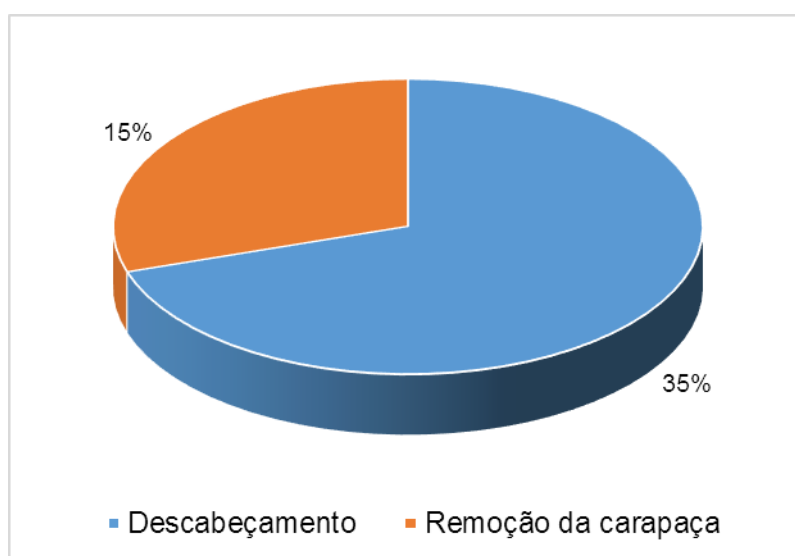


Figura 11: Principais operações geradoras de resíduos durante o beneficiamento de camarão

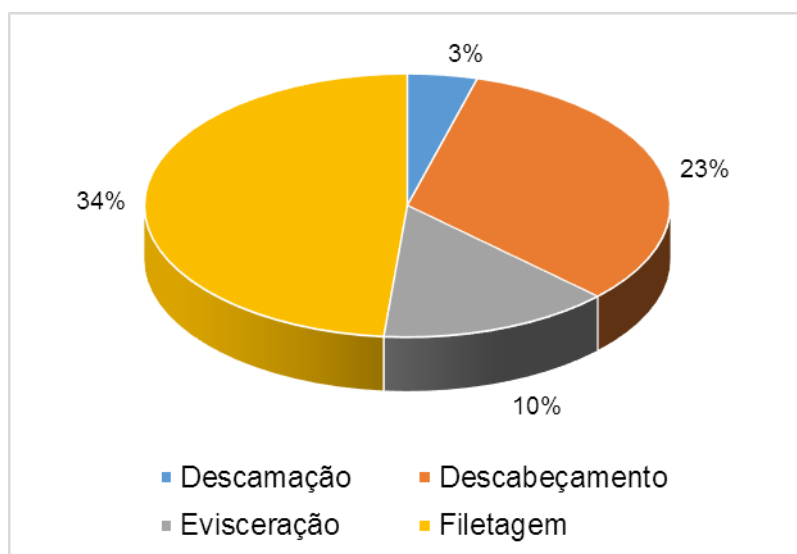


Figura 12: Principais operações geradoras de resíduos durante o beneficiamento de peixes

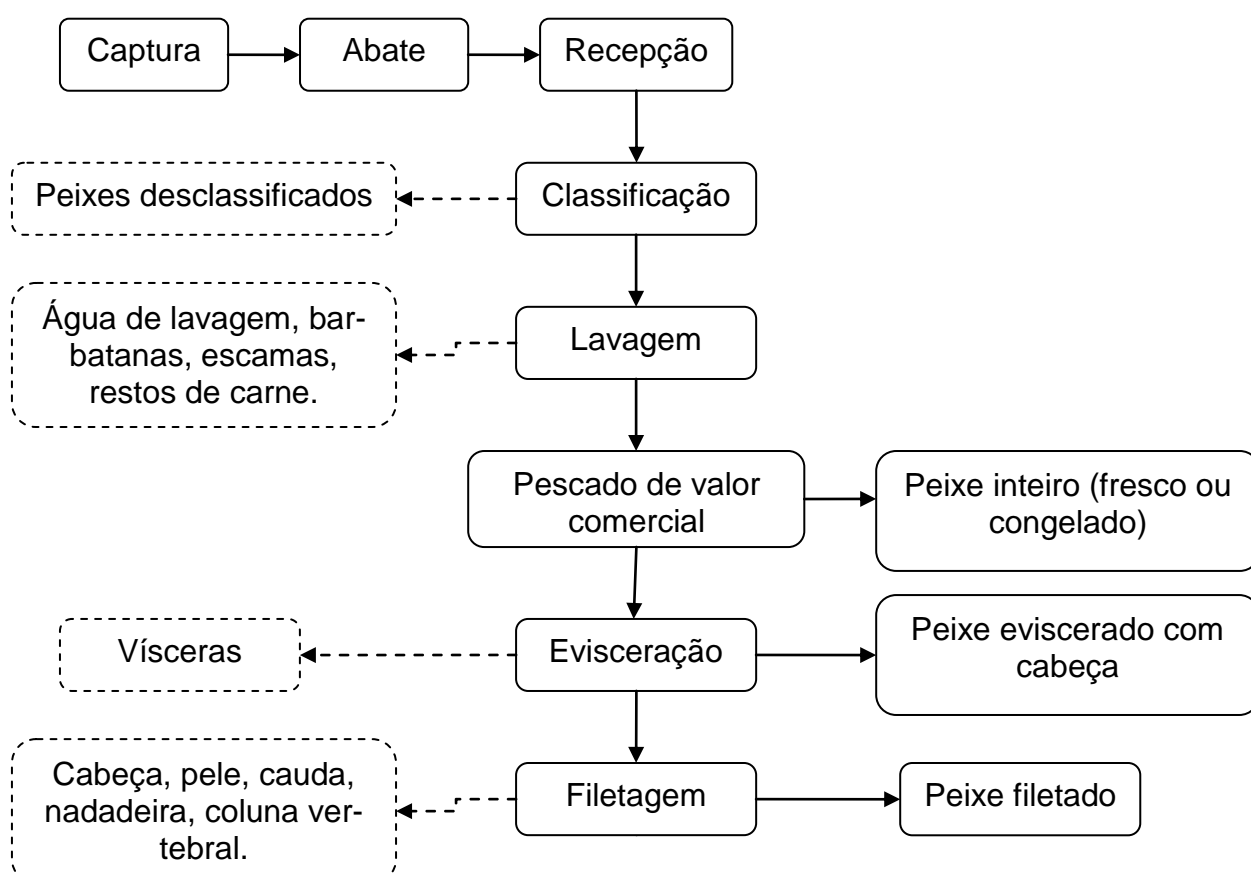


Figura 13: Fluxograma geral do processo de beneficiamento de pescados, com a indicação do processamento (setas contínuas) e dos resíduos gerados (setas pontilhadas). Adaptado de Feltes et al. (2010).

#### 4.2.4 Rendimento dos pescados e a geração de resíduos

Os dados referentes à geração de resíduos variam, principalmente, de acordo com as espécies, uma vez que esta característica influencia diretamente no rendimento do pescado.

De acordo com os dados obtidos através do questionário de pesquisa, o rendimento da Corvina, da Tainha e do Jundiá é de 3/1, ou seja, para cada 3 kg de peixe bruto obtém-se 1 kg de produto, o restante é considerado resíduo. Já o Linguado, a Traíra e o Camarão apresentam um rendimento de 2/1 e o Bagre 4/1, gerando uma quantidade ainda maior de resíduos. Os rendimentos foram calculados em porcentagem em relação ao peso dos animais inteiros (Tabela 3).

Tabela 3: Rendimento dos principais pescados da Colônia Z3

<b>Matéria-prima</b>	<b>Produto</b>	<b>Resíduo</b>
Tainha	33%	67%
Corvina	33%	67%
Bagre	25%	75%
Linguado	50%	50%
Traíra	50%	50%
Jundiá	33%	67%
Camarão	50%	50%

#### 4.2.5 Percepção ambiental dos moradores

A maioria dos entrevistados afirmou estar ciente de que o descarte de resíduos oriundos da Pesca causa impactos ambientais negativos quando conduzidos de forma inadequada.

Quando questionados sobre “Quais são os principais problemas ambientais relacionados ao descarte inadequado dos resíduos”, 90% dos entrevistados declararam que o mau cheiro na praia e a poluição visual são os fatores que causam maior incomodo aos moradores, 10% não soube responder.

#### **4.2.6 Destinação dos resíduos e os impactos ambientais**

Através da pesquisa realizada foi possível constatar que, durante muito tempo, os resíduos gerados pela atividade pesqueira da Colônia Z3, foram dispostos indiscriminadamente no solo, sem receber nenhum tipo de tratamento ou controle.

Com uma grande quantidade de resíduos gerados durante a safra e sem nenhuma alternativa para o destino destes resíduos, os pescadores e comerciantes costumavam enterrar no solo, no pátio das suas próprias casas. “A gente fazia um buraco e enterrava todo o resíduo, em época de safra eram toneladas” comenta um dos entrevistados. “Como era muita quantidade a gente não dava conta de enterrar tudo e por isso acabava jogando na lagoa” admite outro.

Esta forma de disposição dos resíduos, conforme visto anteriormente, tem como consequência a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas. Além da geração de gases, da proliferação de vetores de doenças e da poluição visual.

#### **4.2.7 Alternativas para os resíduos gerados**

Baseado no fato de que o resíduo de pescado é uma fonte de nutrientes de baixo custo, muitos estudos têm sido realizados para utilizar os elevados teores de proteína, óleo e minerais presentes no resíduo de pescado, reduzindo o impacto ambiental e aumentando a rentabilidade do produto (SUCASAS, 2011).

O aproveitamento desta matéria-prima, de alta qualidade, pode ser obtida através da fabricação de diversos produtos tais como a farinha de pescado, o óleo de peixe ou a silagem. Estes materiais, por conter elevados índices proteicos e elevado teor de vitaminas, podem ser utilizados como ingredientes alternativos na alimentação animal, produzindo Rações de qualidade nutricional e de baixo custo.

Uma outra forma de agregar valor aos resíduos pesqueiros, especificamente, os resíduos oriundos do beneficiamento do camarão e do siri é a produção de Quitosana, utilizada na medicina e nas indústrias química, farmacêutica e alimentícia. A quitosana é produzida através da quitina que é encontrada, principalmente, no exoesqueleto de crustáceos como do camarão e do siri. Segundo Moura et al., 2006 a quitina é um biopolímero, que devido a sua versatilidade, pode ser utilizada como

agente floculante no tratamento de efluentes, como adsorvente na clarificação de óleos, e principalmente na produção de Quitosana.

Os resíduos pesqueiros também podem ser aproveitados na elaboração de artefatos de couros e de artesanato. A produção de Couro a partir das peles residuais do fileteamento de pescado pode servir de matéria-prima para a fabricação de sapatos, carteiras, bolsas, entre outros.

Entre as diversas alternativas de aproveitamento dos resíduos pesqueiros, destaca-se o seu uso como fertilizante na agricultura, conforme os dados apresentados anteriormente, estes resíduos podem disponibilizar nutrientes como o nitrogênio e o fósforo para os microrganismos e plantas, aumentando a produtividade e melhorando as condições físicas e químicas do solo. Sanes et al. (2011) mostra no seu estudo sobre a compostagem de resíduos de pescado em mistura com diferentes fontes de carbono, que a elaboração de adubos orgânicos a partir do processo de compostagem com resíduos de peixe, apresenta-se como uma alternativa viável para sistemas de produção de base ecológica.

## 5. CONCLUSÃO

Com a realização deste estudo foi possível observar que a disposição indiscriminada de resíduos pesqueiros diretamente no ambiente, pode afetar de diversas formas os recursos naturais.

Por outro lado, os resultados obtidos através do método de Respirimetria do Solo demonstram que estes mesmos resíduos são altamente biodegradáveis. Enquanto os resultados obtidos através das análises físico-químicas mostram que - se o processo de elaboração de um fertilizante for conduzido de forma correta - os resíduos podem servir como fonte de nutrientes para os microrganismos presentes no solo e para as plantas, tornando-se uma alternativa para a agricultura de base ecológica.

Porém, deve-se considerar que estudos de curto prazo, frequentemente conduzidos nessas condições, são limitados para a extrapolação de seus resultados às condições de campo (KRAY et al., 2011).

Os resultados do questionário de pesquisa mostraram que no beneficiamento dos Peixes, tanto de água salgada (Tainha, Corvina, Bagre e Linguado) quanto de água doce (Jundiá e Traíra), a operação que gera mais quantidade de resíduos é a Filetagem (34%). Já no preparo do Camarão, o processo de Descabeçamento é o que apresenta mais produção de resíduos (35%). O estudo também mostra que os resíduos sólidos resultantes do processamento do pescado podem apresentar volume de até 75% da matéria-prima original. A quantidade e a qualidade destes resíduos relacionam-se diretamente à viabilidade de se elaborar subprodutos deste material.

Neste contexto, fica perceptível que a Colônia de Pescadores Z3 se mostra privilegiada no processo de aproveitamento de resíduos pesqueiros, pois a grande quantidade de resíduos gerados durante o beneficiamento do pescado pode facilmente ser transformada em novos produtos.

A elaboração de subprodutos originados a partir dos resíduos de pescado pode servir como uma forma sustentável de aproveitamento, diminuindo os impactos



ambientais. Além de oferecer vantagens no aspecto social e econômico com o surgimento de alternativas com valor agregado.

O presente trabalho pode ainda servir como base para novos estudos que viabilizem o aproveitamento e processamento destes resíduos para a elaboração de subprodutos.

## 6. REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 14.283. Resíduos em solos - Determinação da biodegradação pelo método respirométrico. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004. Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ARAÚJO, F. B.; SANES, F. S. M.; STRASSBURGUER, A. S.; MEDEIROS, C. A. B. Avaliação de adubos orgânicos elaborados a partir de resíduo de pescado, na cultura do feijão (*Phaseolus Vulgaris*). In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, Fortaleza, 2011. **Resumos...** Fortaleza, 2011.

AZEVEDO, A. C. & DALMOLIN, R. S. D. **Solos e Ambiente: uma introdução**. Santa Maria, Ed. Pallotti, 100p., 2004.

BENTO, D. M & BEMVENUTI, M. A. Os peixes de água doce da pesca artesanal no sul da Lagoa dos Patos, RS. **Caderno de Ecologia Aquática**. Universidade Federal do Pampa – Unipampa, Bagé, 2008.

BENVINDA, Jordânia Martins de Souza. **DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE NIM (*Azadiractha indica*) EM AGROECOSSISTEMAS NO SEMI-ÁRIDO DA PARAÍBA**. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande - Patos - PB, 2005.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo, Ed. Pearson Prentice Hall, 318p., 2005.

BRASIL. Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009. **Diário Oficial**. 29 jun. 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei no 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Disponível em <<http://www.mpa.gov.br>> Acesso em: 12 de junho de 2013.

CAMARGO, J. A.; PEREIRA, N.; CABELLO, P. R.; TERAN, F. J. C. Viabilidade da aplicação do método Respirométrico de Bartha para a análise da atividade microbiana de solos sob aplicação de vinhaça. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 264-271, mai /ago 2009.

CAMPOS, M. T. S.; FIGUEIRA, M. C.; LOCH, C. Interpretação mercadológica turística com base no patrimônio cultural da zona de pesca 3 (Colônia Z3) no município de Pelotas – RS. In; SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE TURISMO, Universidade Federal do Paraná. **Resumos...** Universidade Federal do Paraná.

CASAGRANDE, J.; VOLTOLINI, J. A.; HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C. Efeito de materiais orgânicos no crescimento de mudas de araçazeiro (*psidium cattleyanum sabine*). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.2, nº 3, 187-191, Set.-Dez., 1996.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Disponível em < <http://www.cetesb.sp.gov.br> > Acesso em: 18 de junho de 2013.

CORRÊA, J. M; SOUSA, F. A.; CAMPOS, A. T.; SILVA, E. B.; FRANÇA, A. C. Atividade microbiológica do solo após aplicação de dejetos líquidos de suínos em café. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Araxá – MG, 2011. **Resumos...** Araxá, 2011.

COSTA, C. N.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V.; KONRAD, E. E.; PASSIANOTO, C. C.; RODRIGUES, C. G. Efeito da adição de lodos de curtume sobre as alterações químicas do solo, rendimento de matéria seca e absorção de nutrientes em soja. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7 n 3, p.189-191, set-dez, 2001.

COSTA, S. R & SOUZA, P. A. R. O impacto dos resíduos de pescado: o caso da “Feira do Bagaço” no município de Parintins no Amazonas. **DELOS Revista Desarrollo Local Sostenible**, v.5, n.14, p. 01 – 11, 2012.

DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M. S. **Indicadores de qualidade do solo**. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (eds.) **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. cap. 1. p. 17-28.

FALCÃO, Audrey de Arruda. **ANÁLISE QUÍMICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA ESTUDOS AGROAMBIENTAIS**. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas (SP) - Campinas, 2005.

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.6, p. 669 – 677, 2010.

FIGUEIRA, Michel Constantino. **COLÔNIA DE PESCADORES Z3, PELOTAS – RS: DA CRISE NA PESCA À EXPANSÃO DO TURISMO COM BASE NO PATRIMÔNIO CULTURAL**. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas - Pelotas – RS, 2009.

HELLEBRANDT, LUCENI MEDEIROS. **CONFLITOS DA PESCA ARTESANAL DE TAINHA NA COLÔNIA Z3 E SUA RELAÇÃO COM AS POLÍTICAS PÚBLICAS**. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – Rio Grande, 2012.

IBGE, 2013. Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

KONRAD, E. E & CASTILHOS, D. D. Atividade microbiana em um Planossolo após a adição de resíduos de curtume. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7 n 2, p. 131 - 135, mai.- ago., 2001.

KRAY, C. H.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A.; BORTOLON, L.; ANDREAZZA, R.; GIANELLO, C. Avaliação da aplicação de composto de lixo urbano e lodo de esgoto em dois solos diferentes. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.17, n.2, p.119-125, 2011.

LIMA, M. M.; MUJICA, P. I. C.; LIMA, A. M. Caracterização química e avaliação do rendimento em filés de caranha (*Piaractus mesopotamicus*). **Braz. J. Food Technol**, IV SSA, p. 41- 46, maio 2012.

LIMA, R. M.; GALHO, E. P.; GOMES, C. B.; FONSECA, P. L.; MARTINS, J. A. Q. Aspectos sócio-econômicos e de infraestrutura, por situação de domicílio, na localidade da Colônia Z3, Município de Pelotas - RS. 20º Congresso de Iniciação Científica, Pelotas, 2011. **Resumos...** Pelotas, 2011.

MARTINES, A. M.; ANDRADE, C. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Mineralização do carbono orgânico em solos tratados com lodo de curtume. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1149 - 1155, jul. 2006.

MARTINES, Alexandre Martin. **IMPACTO DO LODO DE CURTUME NOS ATRIBUTOS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS DO SOLO**. 74f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo – Piracicaba – SP, 2005.

MARTINS, G. S. L.; ABREU, V. P.; CAMPOS, A. N. R. Respiração basal do solo acrescido de compostos orgânicos de carbono para monitoramento da qualidade biológica do solo. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza, 2011. **Resumos...** Fortaleza, 2011 Vol 6, N.2, Dez 2011.

MARTINS, V.; SANTANA, G. S.; SELBACH, P. A. Determinação da atividade microbiana pela evolução de CO<sub>2</sub> em função da aplicação de diferentes resíduos. In: XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, **Resumos...** 2010.

MARTINS, Werner Souza. **INQUÉRITO EXPLORATÓRIO REFERENTE A GERAÇÃO, ARMAZENAMENTO, TRANSPORTE E DESCARTE DE RESÍDUOS EM INDÚSTRIAS DE PESCA DO BRASIL**. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo – Piracicaba, 2011.

MATOS, A. T. Tratamento de resíduos agroindustriais. Curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais - Fundação Estadual do Meio Ambiente, Maio de 2005.

MODESTO, P. T.; SCABORA, M. H.; COLODRO, G.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. R. Alterações em algumas propriedades de um Latossolo degradado com uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:1489-1498, 2009.

MONTALDO, Jamil Coentro. **RESPIRAÇÃO E DENSIDADE MICROBIANA EM SOLO CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDO A DIFERENTES SISTE-**

**MAS DE COLHEITA.** 43 f. Monografia (Graduação) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - Rio Largo - Alagoas, 2010.

MOREIRA, F. M. S. & SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo.** Lavras, Ed. UFLA, 2ª edição, 729p., 2006.

MOURA, C.; MUSZINSKI, P.; SCHMIDT, C.; ALMEIDA, J.; PINTO, L. Quitina e quitosana produzidas a partir de resíduos de camarão e siri: avaliação do processo em escala piloto. **Vetor**, Rio Grande, 16(1/2): 37-45, 2006.

NOLLA, A.; SEGATTO, M. P.; SILVA, T. R. B. Comportamento da microbiota de um Argissolo submetido à aplicação de resíduos orgânicos e insumos agrícolas. **Cultivando o Saber**. Cascavel, v.3, n.1, p.125-134, 2010.

NUNES, R.; VIANA, A.; SON, C.; BRUM, L.; OLIVEIRA, L.; COSTA, H. Aproveitamento de Resíduos de Pescado na Região dos Lagos: Uma Questão Ambiental. **Revista Saúde, Corpo, Ambiente & Cuidado**, Jan./Mar. 2013.

PASSIANOTO, C. C.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V.; LIMA, A. C. R.; LIMA, C. L. R. Atividade e biomassa microbiana no solo com a aplicação de dois diferentes lodos de curtume. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7 n 2. p. 125 - 130, mai. – ago., 2001.

PEREIRA, R. L.; PITANO, S. C. Influência da atividade pesqueira no processo de produção do espaço da Colônia de Pescadores Z3, 2º Distrito de Pelotas - RS. 21º Congresso de Iniciação Científica, Pelotas, 2012. **Resumos...** Pelotas, 2012.

PIEVE, S. M. N. Pesca artesanal, etnobiologia e etnoictiologia na Colônia de Pescadores São Pedro (Z3), Pelotas, RS. 2º ENCONTRO DA REDE DE ESTUDOS RURAIS, UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.

QUADRO, M. S.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V.; VIVIAN, G. Biomassa e atividade microbiana em solo acrescido de dejetos suíno. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.17, n.1-4, p. 85 - 93, jan. – mar., 2011.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à Química Ambiental.** Porto Alegre, Ed. Bookman, 256p., 2009.

SANDRINI, WILIAN COSTA. **ALTERAÇÕES QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO SOLO DECORRENTES DA ADIÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ**. 70 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, 2010.

SANES, F. S. M.; COSTA, J. B.; ARAÚJO, F. B.; STRASSBURGUER, A. S.; MEDEIROS, C. A. B. Avaliação do processo de compostagem de resíduos de pescado em mistura com diferentes fontes de carbono. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza, 2011. **Resumos...** Fortaleza, 2011 Vol 6, N.2, Dez 2011.

SANTOS, CARMENLUCIA. **PREVENÇÃO A POLUIÇÃO INDUSTRIAL: IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES, ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS E BARREIRAS**. 304 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo – São Carlos, 2005.

SANTOS, J. A.; SANTOS, V. B.; ARAUJO, A. S. F. Alterações na atividade microbiana e na matéria orgânica do solo após aplicação de lodo de esgoto. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 17 - 23, Mar./Abr., 2009.

SANTOS, V. B.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M.V.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. S.; SILVA, D. G. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n. 3, p. 333-338, jul-set, 2004.

SEBRAE. **Diagnóstico dos Resíduos da Pesca e Aquicultura do Espírito Santo**. Brasil: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2010.

SEBRAE. **Viabilidade Econômica e Financeira do Reaproveitamento do Resíduo do Pescado no Espírito Santo**. Brasil: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2011.

SEGATTO, M. P.; ANDREAZZA, R.; BORTOLON, L.; SANTOS, V. P.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O. Decomposição de resíduos industriais no solo. **Ciência e natura** UFSM, p. 49 – 62, 2012.

SILVA, M. C.; OLIVEIRA, A. S.; NUNES, G. Q. Caracterização socioeconômica da pesca artesanal no Município de Conceição do Araguaia, Estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**. Belém, v. 2, n. 4, jan./jun. 2007.

SILVA, W. M.; CREMON, C.; MAPELI, N. C.; FERRI, M.; MAGALHÃES, W. A. Atividade microbiana e decomposição de diferentes resíduos orgânicos em um solo sob condições de campo e estresse hídrico simulado. **Agrarian**, v.2, n.6, p.33-46, out./dez. 2009.

SOARES, L. G. C.; SALGUEIRO, A. A.; GAZINEU, M. H. P. Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco – um estudo de caso. **Revista Ciências & Tecnologia**, Recife, Ano 1, n. 1, jul. - dez., 2007.

STEVANATO, F. B.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J.V. Aproveitamento de resíduos, valor nutricional e avaliação da degradação de pescado. **Pub-vet**, V. 1, N. 7, Ed. 6, Art. 171, ISSN 1982 - 1263, 2007.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C.A. **Methods of Soil Analysis**, Madison: Americam Society of Agronomy, 1965, v2, p1151-1572.

SUCASAS, LIA FERRAZ DE ARRUDA. **AVALIAÇÃO DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DE PESCADO E DESENVOLVIMENTO DE CO-PRODUTOS VISANDO O INCREMENTO DA SUSTENTABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA**. 166 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo – São Paulo, 2011.

TELES, C. R.; MUNARO, C. J.; CASSINI, S. T. A. Modelagem da decomposição aeróbia de lodo de esgoto em solos com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.197 – 203, 2009.

VIDOTTI, R. M. Tecnologias para o aproveitamento integral de peixes. CURSO TÉCNICA DE MANEJO EM PISCICULTURA INTENSIVA - Macapá - Outubro 2011.

WRUBEL, SIBELI. **ANÁLISE DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL JUNTO A MORADORES DA COLÔNIA DE PESCADORES Z3, PELOTAS, RS**. 59 f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, 2011.



## APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO PRODUTIVO DE PESCADOS

1. Quais foram as principais espécies de pescado capturadas nos últimos quatro anos?

	2010	2011	2012	2013
Peixes de água salgada				
Bagre				
Cação				
Corvina				
Linguado				
Peixe-rei				
Tainha				
Outros				
Peixes de água doce				
Cará				
Carpa				
Jundiá				
Lambari				
Pintado				
Tambica				
Traíra				
Voga				
Outros				
Crustáceos				
Camarão				
Siri				
Outros				

2. Qual é a produção média diária (kg/dia) de pescado no período de safra:

- Peixes de água salgada:
- Peixes de água doce:
- Crustáceos:

**3. Quais são as principais operações geradoras de resíduos durante o processamento de pescado?**

- ( ) Descamação
- ( ) Descabeçamento
- ( ) Evisceração
- ( ) Filetagem
- ( ) Outros

**4. Qual é a geração média diária (kg/dia) de resíduos no período de safra:**

- Peixes de água salgada:
- Peixes de água doce:
- Crustáceos:

**5. Qual é o destino dos resíduos gerados durante o processamento?**

- ( ) Compostagem
- ( ) Doação
- ( ) Diretamente no ambiente (lagoa e/ou solo)
- ( ) Fabrica de farinha
- ( ) Venda
- ( ) Outros

**6. Quanto (%) os resíduos representam sob o peso total do pescado:**

- Peixes de água salgada:
- Peixes de água doce:
- Crustáceos:

**7. O entrevistado acredita que o resíduo de pescado, se mal gerenciado, pode causar algum impacto ao meio ambiente?**

- ( ) Sim
- ( ) Não

**8. Quais são os principais problemas ambientais relacionados ao descarte inadequado dos resíduos?**

Respostas:

**9. Atualmente, é realizado algum tipo de aproveitamento dos resíduos na Colônia Z3?**

( ) Sim

( ) Não

**10. Se a resposta for “sim”, de que forma:**

( ) Adubo - fertilizante

( ) Couro

( ) Artesanato

( ) Outros

**11. Os moradores da Colônia Z3 têm interesse em aproveitar os resíduos de uma forma sustentável?**

( ) Sim

( ) Não