



**XVII REUNIÓN DE ADMINISTRADORES DE  
PROGRAMAS ANTÁRTICOS LATINOAMERICANOS**

**25 - 27 de septiembre, Punta Arenas - Chile**

<i>XVII RAPAL</i>	
<i>DI</i>	<i>11</i>
<i>Presentado por:</i>	<i>Brasil</i>
<i>Fecha:</i>	<i>15 SET 2006</i>
<i>Versión:</i>	<i>-</i>
<i>Rev. N°:</i>	<i>-</i>
<i>Punto de Agenda:</i>	<i>12</i>

**TÍTULO: DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DOS RESÍDUOS  
SÓLIDOS GERADOS NA EACF - ESTAÇÃO ANTÁRTICA  
COMANDANTE FERRAZ, BRASIL**

**PAÍS: *Brasil***

**AUTOR: *Cristina Engel de Alvarez  
Ligia Betim Marchi  
Daniel Oliveira Cruz  
Glyvani Rubim Soares  
Greicikelly Gaburro Paneto***

# DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA EACF - ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ, BRASIL<sup>1</sup>

**Cristina Engel de Alvarez<sup>2</sup>**  
**Ligia Betim Marchi<sup>3</sup>**  
**Daniel Oliveira Cruz<sup>4</sup>**  
**Glyvani Rubim Soares<sup>2</sup>**  
**Greicikelly Gaburro Paneto<sup>3</sup>**

## 1. INTRODUÇÃO

---

O continente antártico apresenta peculiaridades que impõem a necessidade de tratamento diferenciado do ambiente, exigindo maiores cuidados em relação a sua preservação devido, principalmente, à condição de ser um dos últimos locais praticamente intocados do planeta, caracterizando-o como um grande laboratório natural de importância científica incomensurável. Assim, o Programa Antártico Brasileiro tem investido grandes esforços na busca da excelência, especialmente no gerenciamento ambiental da Estação Antártica Comandante Ferraz, que inclui o tratamento de dejetos e a retirada de todo o lixo produzido (ALVAREZ e SOUZA, 2004). Segundo BÍCEGO et al (2004) “*a preocupação com a proteção ambiental da Antártica por parte dos cientistas antecede ao protocolo de Madri de 1991. O programa antártico brasileiro desde o seu início também se preocupou com as questões ambientais avaliando problemas de poluição por petróleo, compostos organoclorados e esgoto*”.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – “lixo” ou “resíduos sólidos” podem ser definidos como “*os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo se apresentar no estado sólido, semi-sólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional*” (Monteiro et al, 2001). No entanto, Demajorovic (1995) afirma que “[...] *existe uma diferença fundamental entre os termos “lixo” e “resíduo sólido”. Enquanto o primeiro não possui qualquer tipo de valor, sendo necessário o seu descarte, o segundo pode possuir valor econômico agregado, havendo possibilidade de se estimular seu reaproveitamento dentro de um processo produtivo apropriado*”.

De acordo com Machado (2002), o resíduo sólido é menos problemático que as formas de poluição gerada pelos resíduos líquidos e gasosos, porque normalmente colocado na terra não se dispersa amplamente como os poluentes do ar e da água. Ainda buscando delimitar a área de estudo,

*O termo “resíduo sólido”, como o entendemos no Brasil, significa lixo, refugo e outras descargas de materiais sólidos, incluindo resíduos sólidos de materiais provenientes de operações industriais, comerciais e agrícolas e de atividades da comunidade, mas não inclui materiais sólidos ou dissolvidos nos esgotos domésticos ou outros significativos poluentes existentes nos recursos hídricos,*

---

<sup>1</sup> Parte da pesquisa foi financiada pelo CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

<sup>2</sup> Dra. Arquiteta Coordenadora do LPP/UFES - Laboratório de Planejamento e Projetos da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES (Brasil). engel@npd.ufes.br.

<sup>3</sup> Bolsistas CNPq/IC - LPP/UFES. labproj@npd.ufes.br.

<sup>4</sup> Arquiteto pesquisador do LPP/UFES. labproj@npd.ufes.br.

*tais como a lama, resíduos sólidos dissolvidos ou suspensos na água, encontrados nos efluentes industriais, e materiais dissolvidos nas correntes de irrigação ou outros poluentes comuns da água (MACHADO, 2002: 515).*

Considerando a fragilidade do ambiente antártico e o atual nível de conhecimento tecnológico que permite a permanência segura do homem na região, surge a necessidade do estudo dos resíduos gerados por essa própria “tecnologia”, que ultrapassa a fronteira do conhecimento enquanto diagnóstico para avançar na busca de soluções que alcancem, minimamente, controle efetivo de produção, maior eficiência nos tratamentos e, especialmente, redução dos resíduos sólidos a serem removidos para os países de origem.

Ressalta-se também que a importância no desenvolvimento de um estudo objetivando a caracterização e o controle dos resíduos consiste, não só na adequação aos tratados e leis ambientais pertinentes, como também no desenvolvimento de tecnologias aplicáveis ao desenvolvimento sócio-econômico do país, já que os resíduos possuem valor de mercado agregado e necessitam de mão-de-obra para seu beneficiamento e transformação em produtos de consumo. Trabalhar a questão dos resíduos movimenta a economia, além de garantir a preservação dos ambientes onde estes seriam despejados como lixo.

## **2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS**

---

Os estudos sobre resíduos sólidos é uma parte das pesquisas desenvolvidas pela equipe do ARQUIANTAR<sup>5</sup>, tendo por principal objetivo, nesta etapa, caracterizar, quantificar e identificar os resíduos sólidos gerados nas diversas atividades que envolvem a estada das equipes brasileiras na Antártica, seja para as atividades científicas, de construção ou de manutenção das instalações existentes.

Entre outras conseqüências ambientais, os eventuais resíduos sólidos, que se espalham pela ação dos ventos, produzem efeitos imediatos, destacando-se que:

*O impacto mais evidente com relação à fauna local refere-se ao perigo de acidentes que podem ser causados aos mamíferos marinhos e outros organismos, como as aves. Cordas, redes e outros podem se prender ao corpo dos animais e causar danos à sua saúde, podendo levá-los à morte. Há ainda o perigo de ingestão destes dejetos quando aves se deparam com eles em alto mar, confundindo-os com seu alimento e oferecendo-os às suas crias. Também se têm feito registros do uso de fibras sintéticas pelas aves na construção de ninhos e uso de restos de tecidos, redes e bolsas plásticas como substrato isolante durante o repouso pelos mamíferos (TORRES & JORQUERA apud SANDER et al, 2004).*

A necessidade de qualificar e quantificar os resíduos bem como seus efeitos no meio ambiente é indispensável, considerando que qualificar significa distinguir os tipos de resíduos que estão sendo gerados seguindo critérios que permitam a confiabilidade dos dados resultantes obtidos.

Nas análises prévias realizadas para o embasamento desta pesquisa, constatou-se que um problema ocorrente em Ferraz é o perceptível desperdício de materiais, principalmente de alimentos, aumentando o lixo orgânico – pressupostamente inofensivo -, cujo principal tratamento é a incineração, que resulta em emissão de poluentes na atmosfera, na produção de chorume durante o período de armazenamento - com a conseqüente poluição do solo -,

---

<sup>5</sup> ARQUIANTAR – Arquitetura na Antártica. É o único projeto na área de tecnologia no âmbito do Programa Antártico Brasileiro

na liberação de odores e na produção de ruído de alta intensidade durante o processo de queima. Essa avaliação prévia também permitiu concluir que, ainda em relação aos produtos orgânicos, a necessidade de embalagens especiais dos perecíveis resulta em grandes quantidades de resíduos não orgânicos que, mediante estudos específicos, poderiam ser reaproveitados ou reciclados, seja para uso na Antártica ou no destino final, no Brasil.

As atividades logísticas, principalmente relacionadas às edificações, foram identificadas como a principal atividade causadora de impacto direto, principalmente pelo grande volume de lixo produzido. É claramente perceptível que tal situação deve-se à falta de planejamento das obras de construção e manutenção que ocasionam o transporte de parte da matéria prima em estado bruto, ao invés de pré-fabricados, ocasionando a ampliação de geração de resíduos em ambiente antártico.

Embora as avaliações prévias já direcionem aos setores onde devam ser concentrados os esforços para a busca de soluções que reduzam os problemas verificados, constatou-se a necessidade da quantificação e qualificação no diagnóstico, bem como do reconhecimento da atual sistemática de medição adotada pelo PROANTAR. Dessa forma, este artigo objetiva apresentar os resultados obtidos através da análise dos dados, referentes ao período de agosto de 2001 a julho de 2005, dos resíduos sólidos produzidos na Estação Antártica Comandante Ferraz, enquanto patamar inicial para o estabelecimento de eventuais correções nas medições realizadas e, principalmente, para a busca de soluções que reduzam a produção e otimizem o tratamento e destinação final dos resíduos sólidos.

### **3. INSTRUMENTOS E MÉTODO**

---

Metodologicamente, os estudos relacionados à busca de soluções para a questão dos resíduos na Estação Antártica Comandante Ferraz passam, inicialmente, pelo conhecimento da situação atual e análise dos dados pretéritos, avaliados estatisticamente em relação à população presente no mesmo período.

Durante o período de referência - de agosto de 2001 a julho de 2005 -, foram levantados dados sobre a geração de resíduos sólidos em Ferraz, observando-se que, a partir de 2006, ocorreu uma modificação na sistemática de seleção e medição, motivo pelo qual não foram considerados para análise da situação pretérita, em função da dificuldade na uniformização das informações. Os resíduos vêm sendo levantados dentro da seguinte qualificação: madeira, vidro, papel, metal, plásticos, cinzas (resultado da incineração de material orgânico), e diversos.

Nota-se que os resultados da análise desses dados coincidem com as informações obtidas desde os primeiros levantamentos:

*No verão da OPERANTAR XX (2001/2002), foi elaborado pela UFES (Universidade Federal do Espírito Santo) um detalhado levantamento das condições de habitabilidade da Estação Antártica Comandante Ferraz e Refúgios Brasileiros (Alvarez, 2002), sendo constatado que os principais problemas diretamente relacionados com a geração de poluição oriunda das atividades brasileiras na Antártica eram: 1) Falta de treinamento específico, principalmente para a equipe responsável pelas obras de manutenção; 2) Resíduos gerados pelas atividades de manutenção; 3) Resíduos gerados pelas atividades científicas; 4) Materiais e componentes adotados para as edificações e equipamentos; 5) Poluição decorrente da movimentação de veículos e embarcações; 6) Impacto na paisagem, especialmente durante as*

*obras de manutenção; e 7) Excesso de embalagens e materiais descartáveis.* (ALVAREZ e SOUZA, 2004).

Objetivando a redução dos impactos causados especificamente pelas atividades de manutenção, a partir do OPERANTAR XX (2001/2002) foram adotadas medidas cuja abrangência vai desde o treinamento de pessoal e planejamento das ações até o monitoramento em campo e destinação final dos resíduos coletados. Atitudes simples também foram tomadas com relação ao controle da dispersão dos resíduos como, por exemplo, o isolamento parcial das superfícies metálicas quando em atividade de manutenção (Fig. 1), evitando-se, dessa maneira, a dispersão de poeira e fragmentos de tinta e metais pela ação do vento.



**Figura 1 - À esquerda, painéis protetores contra a ação dos ventos sobre os resíduos produzidos nos processos de tratamento das estruturas metálicas e, à direita, detalhe do recolhimento do lixo oriundo da raspagem no interior da área protegida.**

Essa ação específica possibilitou concluir que a geração de resíduos para o tratamento das superfícies metálicas, considerando somente o material coletado no processo de raspagem, é de 1,24 kg/m<sup>2</sup> (ALVAREZ e SOUZA, 2004).

Ornitólogos da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Brasil), em suas rotineiras caminhadas para observação das aves, também realizaram o recolhimento e a classificação do lixo encontrado durante os percursos:

*Durante as operações antárticas realizadas no período 2002/03 e 2003/04, pelo Programa Antártico Brasileiro – PROANTAR – todo o lixo encontrado nas áreas livres de gelo da Baía foi identificado e/ou recolhido, e sua localização e procedência registrados. As informações foram anotadas em planilhas específicas. Para fins de documentação, o material considerado resíduo sólido foi fotografado e classificado em: 1) fonte produtora e 2) composição (de acordo com o tipo de material do qual era constituído) (SANDER et al, 2004).*

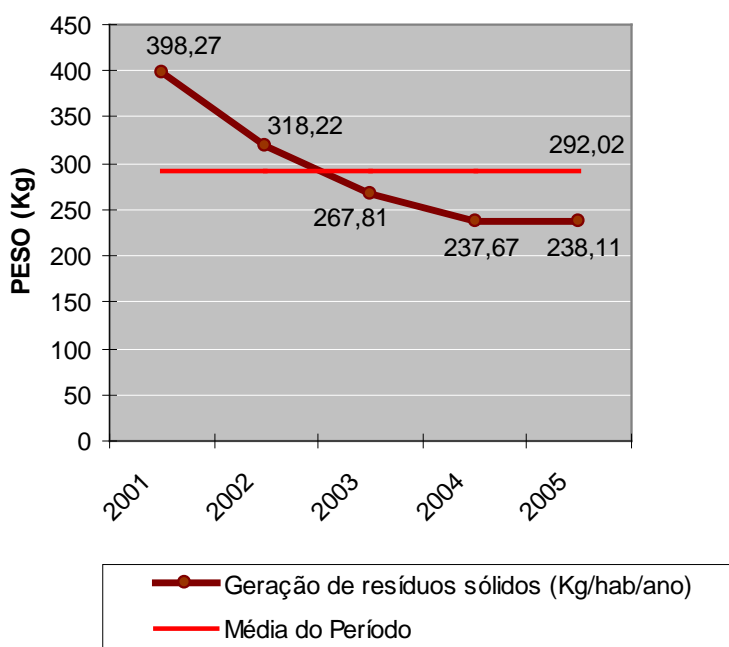
Os dados numéricos avaliados foram fornecidos pela SECIRM – Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - obtidos dos relatórios periódicos realizados pelos Grupos Base de cada Operação Antártica. Também foram utilizados dados coletados anteriormente, sejam em pesquisas tecnológicas relacionadas – como no caso dos estudos sobre corrosão – sejam oriundos de outros projetos de pesquisa.

Buscou-se, também, estabelecer uma correlação entre os quantitativos produzidos pela EACF em relação aos índices mundiais dos meios urbanos, visando estabelecer um parâmetro de comparação entre comunidades tecnologicamente assistidas.

O tratamento dos dados, quando pertinente, foi realizado por procedimentos estatísticos simplificados e os resultados transformados em gráficos de fácil interpretação. As análises foram baseadas na relação com a densidade ocupacional (avaliação *per capita*), por tipo de atividade e resíduo produzido, e por períodos (anual, inverno e verão antárticos).

#### 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

A avaliação dos dados obtidos durante o período considerado permitiram a identificação da geração média anual *per capita* de resíduos sólidos na EACF, identificada na Fig. 2. Na avaliação das médias gerais anuais, percebe-se uma tendência de redução dos índices, ainda não diagnosticado se causada pela melhoria na eficiência dos sistemas ou pela alteração na metodologia de medição. Considerando que a qualidade de vida em Ferraz pode ser similar a de países industrializados, no estudo comparativo de produção de resíduos, observou-se que as médias obtidas são inferiores aos países referenciais, incluindo a média brasileira (Tab. 1). Não foram efetuados, ainda, estudos comparativos com outras Bases e Estações Antárticas.



**Figura 2 – Gráfico com as médias anuais e com os indicadores de geração de resíduos sólidos na EACF.**

**Tabela 1 - Geração de resíduos sólidos comparativo**

PAÍS	KG/HAB/DIA	KG/HAB/ANO
Canadá*	1,90	693,50
Austrália**	1,89	690,00
EUA*	1,50	547,50
Holanda*	1,30	474,50
Suíça*	1,20	438,00
Japão*	1,00	365,00

<b>Brasil***</b>	1,35	492,75
- Norte	0,86	313,90
- Nordeste	0,87	317,55
- Sudeste	1,96	715,40
- Sul	0,79	288,35
- Centro-Oeste	1,23	448,95
<b>FERRAZ</b>	<b>0,80</b>	<b>292,02</b>

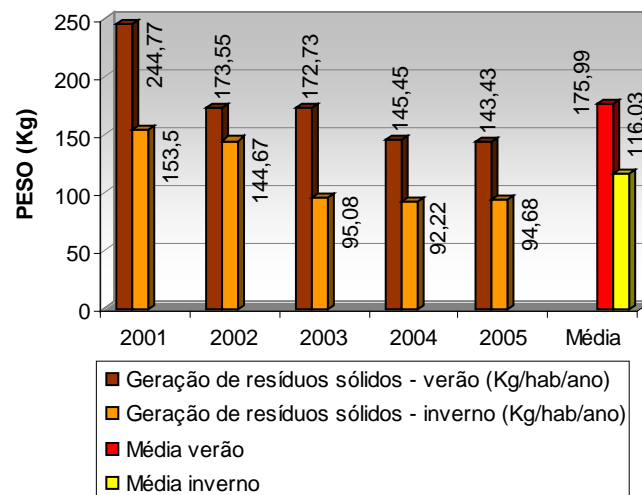
Fontes:

\* Informe infra-estrutura julho/97 n°12

\*\*www.brazilsydney.org/pAust\_Perfil\_frame.html;

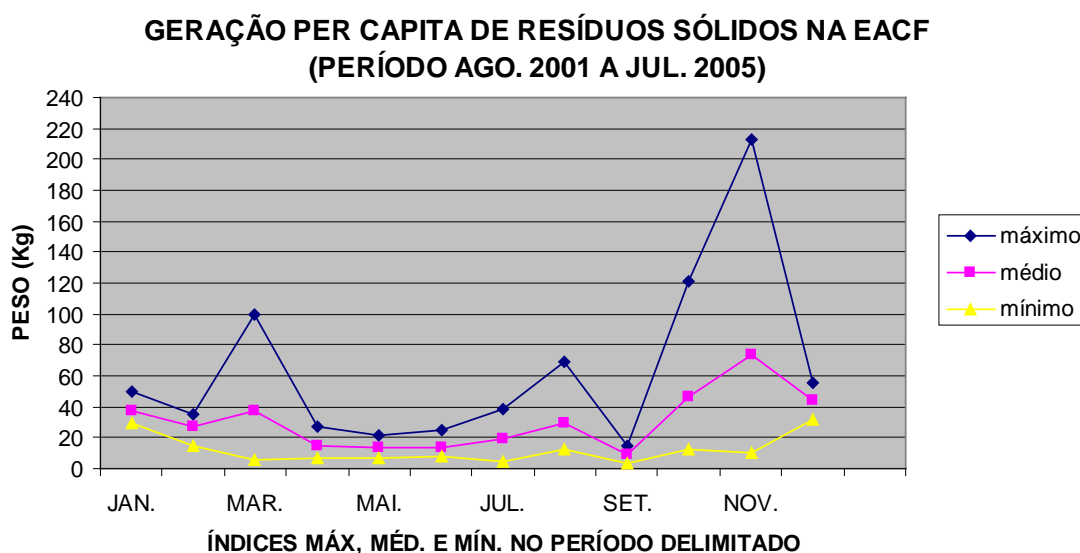
\*\*\*Destinação Final dos Resíduos Sólidos no Brasil: Situação Atual e Perspectivas (PNSB-IBGE, 2000)

Numa primeira aproximação de diagnóstico para a EACF, observa-se que quando comparada a somatória dos resíduos produzidos no verão (novembro a março) em relação ao inverno (abril a outubro), há uma recorrente ampliação na geração de resíduos no verão, conforme demonstrado no gráfico da Fig. 3.



**Figura 3 – Geração de resíduos sólidos na EACF: comparativo verão e inverno.**

Percebe-se que a sistemática de seleção e embalagem dos resíduos é acelerada nos períodos de chegada e partida do NApOc Ary Rongel na EACF, gerando picos em março (partida) e novembro (chegada), podendo ocasionar a falsa idéia de ampliação de produção nesses meses (Fig. 4).



**Figura 4 – Valores médios das gerações máximas, médias e mínimas de resíduos sólidos no período de 08/2001 a 07/2005.**

Destaca-se ainda que grande parte dos resíduos sólidos produzidos pelas obras de construção e manutenção dos períodos de verão, principalmente os de maiores dimensões, não passavam, até o ano de 2006, pelo procedimento de identificação e pesagem, visto serem diretamente armazenados em *containers* que retornavam ao navio somente identificados como lixo proveniente de obras.

*A operacionalização efetiva das manutenções de máquinas e equipamentos, bem como a ampliação e modernização das instalações, são realizadas pelo AMRJ – Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro. Tais atividades, especialmente os relacionados à manutenção das edificações em geral e ao tratamento das superfícies metálicas, geram resíduos diversos, tais como aparas e sobras de material, resíduos de solda, pedaços de redes e cabos elétricos, restos de madeira e isolamento térmico, arames, pregos, embalagens de papelão, plásticos, latas, rolos e pincéis, caixas, trapos e estopas, dentre outros (ALVAREZ e SOUZA, 2004).*

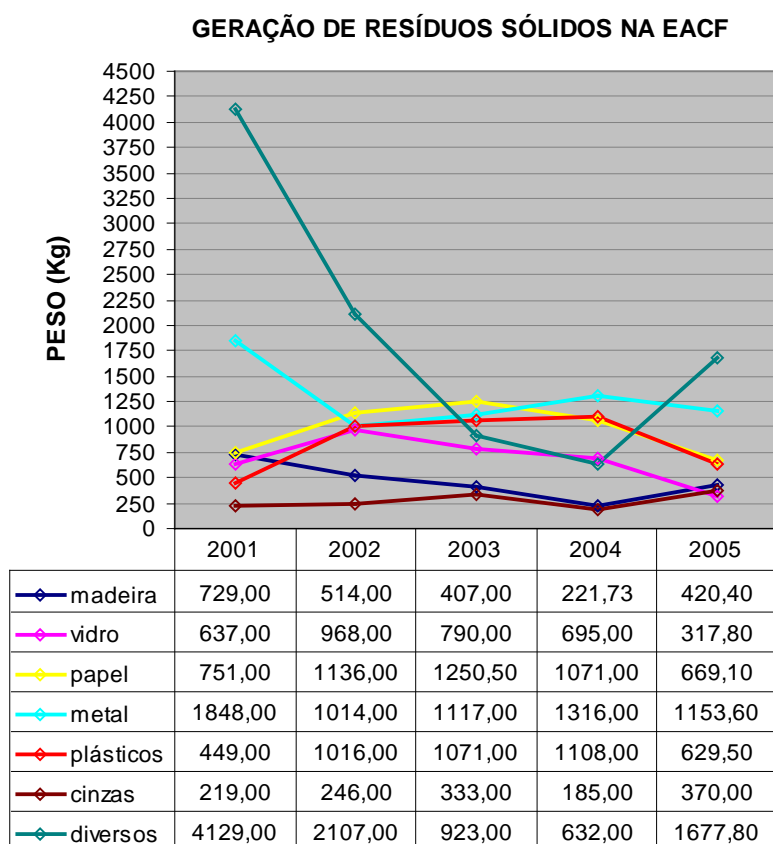
Durante a análise dos dados obtidos no período de estudo relacionado, observou-se a dificuldade de avaliação devido à metodologia de seleção e medição até então utilizada, que se mostrou muito generalizada.

*Ressalta-se a grande dificuldade no estabelecimento de uma metodologia de medição que contemple todos os condicionantes envolvidos, tanto em função do grande número de variáveis como pelas condições de trabalho em campo não permitirem as necessárias interrupções para as avaliações (ALVAREZ e SOUZA, 2004).*

A Fig. 5 demonstra a variação na geração dos tipos de resíduos sólidos documentados no período de estudo, ressaltando que, conforme mencionado anteriormente, muitas vezes o entulho gerado nos processos de construção e manutenção não são medidos, ou, quando efetivamente incorporados aos procedimentos rotineiros – como provavelmente ocorreu em 2001 – ocasionam picos no gráfico de difícil análise comparativa. Ainda assim, observa-se um considerável aumento na produção de resíduos menores de madeira e de



metal – que sempre constam nas medições e registros - no período de verão, quando as atividades de manutenção são intensificadas.



*Figura 5 – Quantitativo da geração de resíduos sólidos por categoria na EACF.*

## 6. COMENTÁRIOS FINAIS

Apesar dos esforços em monitorar a geração de resíduos na EACF, há ainda dificuldade sobre a melhor maneira de se obter os dados necessários para embasar planos mais eficientes para evitar impactos e contaminação do ambiente. Os dados obtidos até então são de grande utilidade, no entanto, os critérios e a periodicidade desses levantamentos muitas vezes deixam dúvidas sobre sua confiabilidade, pois não incluem um monitoramento criterioso de todo o processo, desde a chegada de materiais, mantimentos, etc. até sua eliminação, seja de retorno ao Brasil ou incineração na Antártica.

A qualificação dos resíduos nas categorias usuais é ineficiente e não garante o controle desejado para que se impeça, efetivamente, um impacto significativo no ambiente Antártico e o provável aproveitamento para reciclagem no Brasil.

Durante o verão 2006/2007, espera-se realizar medições específicas buscando identificar as principais falhas no processo bem como consolidar um banco de dados passível de estudos comparativos com as medições realizadas por outras Bases e Estações Antárticas.

Por fim, reitera-se a idéia de que “*não se pode pretender para as áreas ocupadas pelo Brasil na Antártica a utopia do impacto nulo, no entanto, as medidas adotadas de controle e redução de impacto naquela região podem vir a se tornar uma importante fonte multiplicadora de ações em locais semelhantes*” (ALVAREZ e SOUZA, 2004).

## REFERÊNCIAS

---

ALVAREZ, C. E. de, SOUZA, H. T. Prevenção da Poluição na Ilha Rei George - Antártica In: 20º Congresso Nacional de Transportes Marítimos, Construção Naval e Offshore, 2004, Rio de Janeiro. **Anais da SOBENA**. Rio de Janeiro: SOBENA, 2004.

BÍCEGO, M. C. et. al. (2004) **Poluentes orgânicos nas adjacências da Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz – uma retrospectiva 1989-2002**. In: **Vº Simposio Argentino y Iº Latinoamericano sobre Investigaciones Antárticas**, 2004, Buenos Aires. Anais, 2004.

MONTEIRO, J. H. P.; et al. (2001). **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Coordenação técnica Vitor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

DEMAJOROVIC, J. (1995) Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos - as novas prioridades. In: **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo: v. 35, n.3., p. 88-93, mai./jun. 1995. Disponível em: <http://www.rae.com.br/rae/index.cfm?FuseAction=Artigo&ID=466&Secao=AMBIENTAL&Volume=35&numero=3&Ano=1995>. Acesso em: jul. 2006.

MACHADO, P. A. L. (2002). **Direito Ambiental Brasileiro**. 10. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2002.

SANDER, M. et al. (2004) Análise da composição e procedência do lixo registrado na Baía do Almirantado, Ilha Rei George, Shetland do Sul, Antártica. In: **Vº Simposio Argentino y Iº Latinoamericano sobre Investigaciones Antárticas**, 2004, Buenos Aires. Anais, 2004.

RESÍDUOS sólidos urbanos. (1997) **Informe infra-estrutura** – área de projetos de infra-estrutura, n. 12, jul. 1997. Disponível em: [www.bndes.gov.br/conhecimento/infra/g7412.pdf](http://www.bndes.gov.br/conhecimento/infra/g7412.pdf). Acesso em: jul. 2006.

Destinação Final dos Resíduos Sólidos no Brasil: Situação Atual e Perspectivas (PNSB-IBGE, 2000).