



**ENTAC2006**

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

## **RESÍDUOS GERADOS EM CENTRAL DOSADORA DE CONCRETO: UM ESTUDO DE CASO**

**Sílvia Santos (1); Juliana Machado Casali (2);**

(1) Professora Doutora do Curso de Engenharia Civil, Fundação Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, Brasil – e-mail: ssantos@univali.br

(2) Doutoranda do Programa de Pós Graduação – Engenharia Civil – UFSC, Brasil – e-mail: jucasali@hotmail.com

### **RESUMO**

**Proposta:** Este trabalho teve como objetivo uma intervenção junto ao sistema de produção de concreto em central dosadora, buscando identificar os resíduos gerados no processo e, ao final, sugerir mudanças que minimizem os resíduos e o impacto ambiental. **Método de pesquisa:** Foram estudadas três centrais dosadoras da região de Florianópolis, duas de grande porte e uma de médio porte. **Resultados:** Observou-se que existe desperdício dos materiais constituintes do concreto e que medidas simples poderiam minimizar, em muito, a quantidade de resíduos gerada na central dosadora de concreto. Diante de um quadro de hierarquização dos resíduos gerados no processo produtivo do concreto dosado em central, uma verificação importante é que a água que resta do processo produtivo do concreto representa o principal resíduo a ser tratado nas três empresas avaliadas.

Palavras-chave: central dosadora de concreto; resíduos

### **ABSTRACT**

**Proposal:** The objective of this work was to take part in the concrete production process in concrete plants to try to identify waste generated in the process, and, finally advise changes to be made to minimize waste and its impact on the environment. **Research methodology:** Three concrete plants in the Florianópolis area were studied, two of which were big centres and one was a medium size centre. **Results:** It could be observed that, in fact, concrete generates amounts of waste materials that could be notoriously minimized if simple measures were implemented to reduce waste quantities generated in the concrete plants. Also, as a result of selecting/rating the waste generated during the ready mix production process, an important verification made was that the water remaining from this process represents the main waste to be treated in the three companies studied.

Keywords: ready-mix, wastes

## Introdução

### 1.1 Gerenciamento e reciclagem de resíduos de construção e demolição

De acordo com dados do Sindicato Nacional da Indústria de Cimento (SNIC, 2006), o Brasil é o décimo segundo produtor mundial de cimento. No ano de 2005 a produção de cimento foi de  $36,7 \times 10^6$  toneladas o que corresponde a algo em torno de 188 Kg/habitante. Desse total, aproximadamente 13% corresponde ao consumo do cimento das centrais dosadoras de concreto (concreteiras).

O consumo de cimento pelas centrais de concreto vem aumentando consideravelmente nos últimos tempos, tendo em vista as vantagens oferecidas por esse sistema de produção, como maior produtividade, menos espaço em canteiro para estoque de materiais e controle de qualidade do produto (ABESC, 2005).

Tendo em vista os programas e normas técnicas que buscam certificar as empresas e produtos, as concreteiras também estão buscando oferecer um serviço diferenciado, que se encaixe na filosofia de minimização de resíduos e de impacto ambiental. A imagem de uma empresa politicamente correta inclui a definição de uma postura frente aos aspectos ligados ao meio-ambiente.

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é estabelecer o panorama da produção de concreto dosado em central na grande Florianópolis, identificando/quantificando os diferentes resíduos gerados no processo e, ao final, sugerir adaptações e ou mudanças que minimizem o volume de resíduos e o impacto ambiental.

## 3 ESTUDO DE CASO

### 3.1 Descrição do processo produtivo do concreto dosado em central na região de Florianópolis

Embora existam pequenas diferenças, o processo de produção de concreto em central dosadora segue um modelo geral que se aplica às três empresas estudadas, conforme descrito a seguir.

Os materiais utilizados no proporcionamento dos concretos produzidos na central são, basicamente, agregado graúdo, agregado miúdo, cimento Portland, aditivos e água. Os agregados podem ser armazenados em baías ou em montes, de onde são posteriormente transportados por uma pá carregadeira até a caixa de agregados que, por meio de uma correia transportadora, abastece os silos de agregados de uma central semi-automatizada onde é realizada a dosagem dos materiais em massa. Em alguns casos, quando a geografia do terreno possibilita, a pá carregadeira abastece diretamente os silos. O cimento é comprado a granel e armazenado em silo próprio. A água utilizada na produção é, normalmente, parte proveniente da rede de abastecimento local, parte comprada de caminhão pipa e fica armazenada em cisternas. O aditivo empregado é um plastificante, em geral, fica armazenado num reservatório com capacidade de 400 l, para facilitar a dosagem. O estoque fica armazenado na própria embalagem (tambores de latão).

Quando da produção de determinado tipo e volume de concreto, são pesados os agregados correspondentes e transportados por meio de sistema de correias (horizontais e/ou inclinadas) até o caminhão betoneira. Simultaneamente, em balança exclusiva, é pesada a quantidade necessária de cimento e medidas, por meio de hidrômetros próprios, a quantidade de água e aditivo para o abastecimento do caminhão betoneira que promoverá a mistura dos materiais. Após seu abastecimento, o caminhão betoneira segue para a entrega do concreto na obra.

### 3.2 Caracterização das centrais dosadoras de concreto avaliadas

As centrais dosadoras avaliadas têm suas características básicas descritas na Tabela 1.

**Tabela 1 – Descrição das Centrais Dosadoras Estudadas\***

| Central Dosadora | Área (m <sup>2</sup> ) | Nº de funcionários | Material Produzido   | Produção Mensal (m <sup>3</sup> ) |
|------------------|------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Empresa 1        | 4000                   | 21                 | Concreto e argamassa | 3000                              |
| Empresa 2        | 2200                   | 23                 | concreto             | 3500                              |
| Empresa 3        | 5000                   | 34                 | Concreto e argamassa | 4000                              |

\*Dados referentes às unidades visitadas

### 3.3 Identificação dos Resíduos

Um resíduo presente em qualquer central dosadora de concreto que é de difícil intervenção e medição é o a perda de cimento para a atmosfera no momento do carregamento do caminhão betoneira, como é possível identificar na Figura 1a . Por outro lado, o recipiente que acomoda o aditivo (Figura 1b) representa um resíduo que é facilmente descartado pelas centrais, uma vez que, por serem de metal, agregam valor e são vendidos, periodicamente, para depósitos de ferro velho.



(a)



(b)

**Figura 1 - (a) Resíduo de cimento lançado no meio ambiente; (b) Tambores de aditivos vazios armazenados**

Outro problema comum às três centrais dosadoras, conforme relato dos funcionários, é a perda de material no recebimento dos agregados. Embora não tenha sido possível identificar este resíduo, uma vez que nada foi descarregado nas centrais dosadoras durante as visitas para avaliação dos processos, o resíduo gerado nesta etapa se confunde com o resíduo gerado pela maneira de armazenar os agregados, o que torna difícil a sua quantificação.

A Tabela 2 traz um resumo da situação e dos resíduos gerados em cada uma das empresas estudadas. As Figuras 2 e 3 mostram o esquema geral da produção de concreto e o fluxograma de identificação dos resíduos, respectivamente.

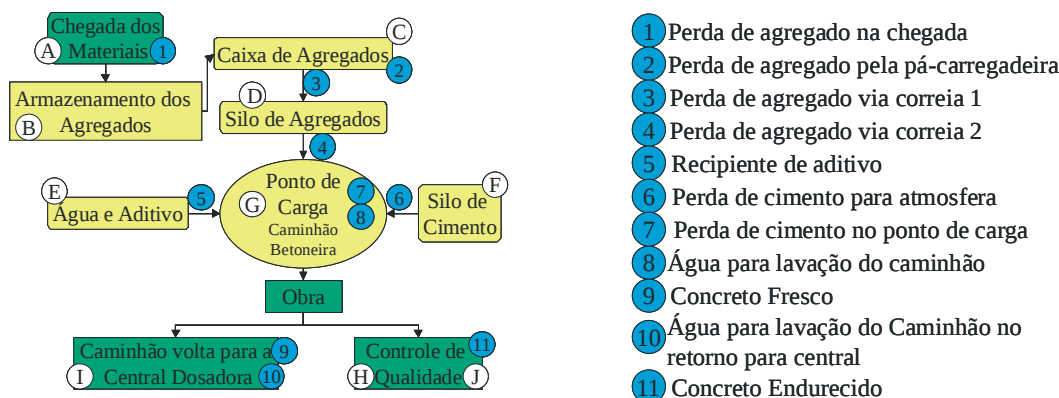
**Tabela 2 – Situação das empresas e resíduos gerados**

|                                         |             | Empresa 1       | Empresa 2       | Empresa 3             |
|-----------------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| Baías para agregados                    |             | Não             | Sim, precárias  | Sim, ótimas condições |
| Caixa de agregados                      |             | Não             | Sim             | Sim                   |
| Perda de agregados na esteira           | Correia 1*  | -               | Sim             | Sim                   |
|                                         | Correia 2** | Sim             | Sim             | Sim                   |
| Caixa de lastro                         |             | Sim             | Sim             | Sim                   |
| Reaproveitamento de água                |             | Sim             | Não             | Sim                   |
| Destino do excesso de água              |             | Rede pluvial    | Rede pluvial    | Rede pluvial          |
| Local para depósito de resíduos sólidos |             | Sim             | Não             | Sim***                |
| Destino dos resíduos sólidos            |             | Venda ou doação | Venda ou doação | Venda ou doação       |

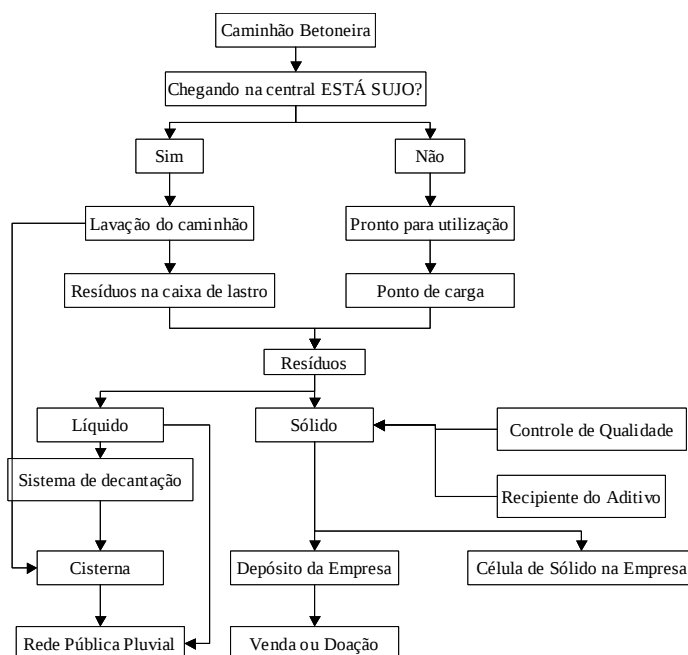
\*Correia 1: correia entre caixa de agregado e silo de agregado

\*\*Correia 2: correia entre silo de agregado e ponto de carga

\*\*\*O local para o depósito do resíduo é uma célula do sistema de decantação, projetada para esse fim.



**Figura 2: Esquema geral da produção de concreto na central e identificação dos resíduos**



**Figura 3: Fluxograma de identificação de resíduos gerados no retorno do caminhão para central**

### 3.4 Intervenções

O levantamento das situações/intervenções necessárias foi agrupado, uma vez que, de forma geral aplicam-se três empresas estudadas. Quando se fez necessário uma intervenção específica, que não se aplicasse ao quadro geral, foi feita a ressalva adequada. Na Tabela 3 são apresentadas as situações e intervenções identificadas.

**Tabela 3 – Identificação das situações e intervenções**

| <b>Identificação</b>                                                          | <b>Situação</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Intervenção</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Armazenamento dos agregados                                                   | Com exceção da Empresa 3, onde há um bom acondicionamento dos agregados para a produção do concreto, nas empresas 1 e 2 os agregados estão dispostos de maneira a gerar perdas e contaminação de um material por outro (Figura 4).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Implantação de uma separação física entre os agregados, de forma a evitar o espalhamento desordenado pelo terreno, o que reduz as perdas no estoque, provocadas pelo trânsito de veículos no local e pelas intempéries.                                                                                                                                                                                                       |
| Carregamento do silo de agregados                                             | Empresa 1: a pá carregadeira alimenta diretamente o silo de agregados (Figura 5a) e, por vezes, deixa cair material fora do mesmo (Figura 5b). Empresas 2 e 3: A caçamba da pá carregadeira alimenta a caixa de agregados, que alimenta a correia transportadora do silo de agregados. Ao carregar o funil da caixa de agregados (Figura 6), a máquina, por vezes, deixa algum material cair fora do mesmo. Na correia, algum material eventualmente também cai, no início do transporte e no decorrer do mesmo.                                     | Empresa 1: Instalar uma chapa metálica, inclinada, de forma a conter o agregado na hora do carregamento, impedindo a perda.<br>Empresas 2 e 3: Aumentar a largura da boca e reduzir a largura da saída do funil, fazendo com que a pá carregadeira lance todo o material dentro dele e direcionando o material na saída para o centro da correia.<br>Em todas as empresas, aumentar a largura e modificar a forma da correia. |
| Saída de material da balança para o misturador e ponto de carga dos caminhões | Neste percurso de subida inclinada, se perde material pela periferia da correia, que se acumula na estrutura da mesma (Figura 7). Isto prejudica a dosagem, pois o material que foi pesado no começo da correia (balança) não chega todo até o caminhão betoneira, alterando as características do concreto. No momento do carregamento do caminhão betoneira, para as empresas 1 e 2, parte dos materiais transportados pela correia de agregados, ou vindos do silo de cimento, se perde quando o caminhão está mal posicionado no ponto de carga. | Aumentar a largura e modificar a forma da correia, desta maneira o material, mesmo em movimento, encontrará uma barreira lateral impedindo sua queda.<br>Construção de uma guia, no piso, tipo um meio fio, de modo que a roda traseira do caminhão fique encostada nela, indicando o ponto ideal para o carregamento do material, no ponto de carga dos caminhões.                                                           |
| Água e Caixa de Lastro                                                        | Nas empresas 1 e 3 todo resíduo líquido (água) do processo produtivo é reaproveitado para a lavagem dos caminhões betoneira (Figura 8). Na empresa 2, esta água é, na sua totalidade, coletada e conduzida para a rede de águas pluviais                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Construção de uma cisterna para o aproveitamento da água gerada no processo para a empresa 2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



**Figura 4 - Contaminação dos agregados**



**(a)**



**(b)**

**Figura 5: Perda de agregados (a) no momento do carregamento do funil (b) material acumulado na base do funil do agregados**



**Figura 6: Funil de agregados**



**Figura 7: Perda de material na correia transportadora**



**Figura 8 – Caixa de lastro**

### 3.5 Controle de Qualidade

Para controle de qualidade dos concretos endurecidos, as centrais moldam corpos-de-prova que são rompidos nas idades de ensaio pré-estabelecidas. Após o ensaio, os corpos-de-prova são depositados junto com o resíduo sólido proveniente da caixa de lastro, em local específico, no pátio das empresas

### 3.6 Hierarquização dos Resíduos

A metodologia utilizada para hierarquização dos resíduos foi baseada no que propõe a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – EPA USA (1988). O Manual descreve os procedimentos para redução de resíduos industriais nas fontes e destina-se às indústrias interessadas em atender a legislação americana, de acordo com o *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liabilities Act* - conhecido como CERCLA ou Superfund. A *minimização de resíduos* é prevista no *Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)*.

Na Tabela 4 é apresentado um esquema de prioridade dos resíduos, Os valores variam de 0 a 10 para os pesos relativos e para as influências dos resíduos. As Tabelas 5, 6, e 7 trazem a hierarquização das intervenções da empresa 1, 3 e 2 respectivamente.

**Tabela 4 – Hierarquização dos resíduos**

| Atributos                               |     | Descrição |     |            |     |          |     |                 |     |                     |     |                       |     |
|-----------------------------------------|-----|-----------|-----|------------|-----|----------|-----|-----------------|-----|---------------------|-----|-----------------------|-----|
| Resíduo                                 |     | Cimento   |     | Agregados  |     | Água     |     | Concreto fresco |     | Concreto endurecido |     | Recipiente do aditivo |     |
| Origem (do fluxograma)                  |     | 6, 7      |     | 1, 2, 3, 4 |     | 7, 8, 10 |     | 9               |     | 11                  |     | 5                     |     |
| Método de manuseio                      |     | Máquinas  |     | Máquinas   |     | Máquinas |     | Máquinas        |     | Manual              |     | manual                |     |
| Critério de escala de prioridade        | R * | P*        | PxR | P          | PxR | P        | PxR | P               | PxR | P                   | PxR | P                     | PxR |
| Conformidade com a Legislação Ambiental | 10  | 10        | 100 | 5          | 50  | 10       | 100 | 5               | 50  | 1                   | 10  | 10                    | 100 |
| Custos de tratamento ou descarte        | 10  | 10        | 100 | 0          | 0   | 10       | 100 | 10              | 100 | 1                   | 10  | 0                     | 0   |
| Potencial de ações civis                | 5   | 5         | 25  | 2          | 10  | 5        | 25  | 5               | 25  | 2                   | 20  | 2                     | 20  |
| Quantidade de resíduos gerados          | 10  | 2         | 20  | 5          | 50  | 10       | 100 | 5               | 50  | 1                   | 10  | 1                     | 10  |
| Riscos/perigos por ação de resíduos     | 10  | 4         | 40  | 0          | 0   | 3        | 30  | 2               | 20  | 0                   | 0   | 0                     | 0   |
| Riscos/perigos para segurança           | 10  | 0         | 0   | 0          | 0   | 0        | 0   | 0               | 0   | 0                   | 0   | 0                     | 0   |
| Prevenção/redução de resíduos           | 10  | 5         | 50  | 5          | 50  | 10       | 100 | 5               | 50  | 0                   | 0   | 0                     | 0   |
| Eliminação de gargalos                  | 0   | 0         | 0   | 0          | 0   | 0        | 0   | 0               | 0   | 0                   | 0   | 0                     | 0   |
| Reutilização/reemprego/reciclagem       | 10  | 0         | 0   | 0          | 0   | 10       | 100 | 10              | 100 | 10                  | 100 | 10                    | 100 |
| Σ pontos por resíduos                   |     |           | 335 |            | 160 |          | 555 |                 | 395 |                     | 150 |                       | 230 |
| Escala de prioridades                   |     |           | 3   |            | 5   |          | 1   |                 | 2   |                     | 6   |                       | 4   |

\* P = prioridade, R = resíduo

**Tabela 5 – Hierarquização das intervenções – Empresa 1**

| Intervenção                             |    | Baías |     |   | Silo de agregados |   | Correia 2 |   | Ponto de carga |     |
|-----------------------------------------|----|-------|-----|---|-------------------|---|-----------|---|----------------|-----|
|                                         |    | B     |     |   | D                 |   | D→F       |   | F              |     |
|                                         | R  | P     | PxR | P | PxR               | P | PxR       | P | PxR            |     |
| Resíduos no fluxograma                  |    |       |     |   |                   |   |           |   |                |     |
| Critério de escala de prioridade        |    |       |     |   |                   |   |           |   |                |     |
| Conformidade com a Legislação Ambiental | 10 | 0     | 0   | 0 | 0                 | 0 | 0         | 0 | 0              | 0   |
| Custos de tratamento ou descarte        | 10 | 5     | 50  | 3 | 30                | 3 | 30        | 3 | 30             | 30  |
| Potencial de ações civis                | 5  | 0     | 0   | 2 | 10                | 2 | 10        | 0 | 0              | 0   |
| Quantidade de resíduos gerados          | 10 | 10    | 100 | 5 | 50                | 5 | 50        | 1 | 10             | 10  |
| Riscos/perigos por ação de resíduos     | 10 | 0     | 0   | 0 | 0                 | 0 | 0         | 1 | 10             | 10  |
| Riscos/perigos para a segurança         | 10 | 0     | 0   | 2 | 20                | 3 | 30        | 0 | 10             | 10  |
| Prevenção/redução de resíduos           | 10 | 5     | 50  | 5 | 50                | 5 | 50        | 5 | 50             | 50  |
| Eliminação de gargalos                  | 0  | 0     | 0   | 0 | 0                 | 0 | 0         | 0 | 0              | 0   |
| Reutilização/reemprego/reciclagem       | 10 | 5     | 50  | 5 | 50                | 5 | 50        | 5 | 50             | 50  |
| Redução de custos da matéria-prima      | 10 | 5     | 50  | 3 | 30                | 3 | 30        | 5 | 50             | 50  |
| Experiência de outras empresas          | 10 | 10    | 100 | 5 | 50                | 5 | 50        | 3 | 30             | 30  |
| Efeito sobre a qualidade do produto     | 10 | 10    | 100 | 0 | 0                 | 0 | 0         | 5 | 50             | 50  |
| Baixo custo operacional de manutenção   | 10 | 5     | 50  | 2 | 20                | 3 | 30        | 3 | 30             | 30  |
| Baixo custo de capital                  | 10 | 5     | 50  | 5 | 50                | 6 | 60        | 1 | 10             | 10  |
| Curto período de implementação          | 10 | 10    | 100 | 5 | 50                | 3 | 30        | 5 | 50             | 50  |
| Facilidade de implementação             | 5  | 5     | 25  | 5 | 25                | 5 | 25        | 5 | 25             | 25  |
| Σ pontos por resíduos                   |    |       | 725 |   | 435               |   | 455       |   |                | 405 |
| Escala de prioridades                   |    |       | 1   |   | 3                 |   | 2         |   |                | 4   |

P = prioridade, R = resíduo

**Tabela 6 – Hierarquização das intervenções – Empresa 3**

| Intervenção                             |    | Funil |     |   | Correias 1 e 2 |   | Ponto de carga |     |
|-----------------------------------------|----|-------|-----|---|----------------|---|----------------|-----|
|                                         |    | B     |     |   | D              |   | D→F            |     |
|                                         | R  | P     | PxR | P | PxR            | P | PxR            |     |
| Resíduos no fluxograma                  |    |       |     |   |                |   |                |     |
| Critério de escala de prioridade        |    |       |     |   |                |   |                |     |
| Conformidade com a Legislação Ambiental | 10 | 0     | 0   | 0 | 0              | 0 | 0              | 0   |
| Custos de tratamento ou descarte        | 10 | 3     | 30  | 3 | 30             | 3 | 30             | 30  |
| Potencial de ações civis                | 5  | 2     | 10  | 2 | 10             | 0 | 0              | 0   |
| Quantidade de resíduos gerados          | 10 | 5     | 50  | 5 | 50             | 1 | 10             | 10  |
| Riscos/perigos por ação de resíduos     | 10 | 0     | 0   | 0 | 0              | 1 | 10             | 10  |
| Riscos/perigos para segurança           | 10 | 2     | 20  | 3 | 30             | 0 | 10             | 10  |
| Prevenção/redução de resíduos           | 10 | 5     | 50  | 5 | 50             | 5 | 50             | 50  |
| Eliminação de gargalos                  | 0  | 0     | 0   | 0 | 0              | 0 | 0              | 0   |
| Reutilização/reemprego/reciclagem       | 10 | 5     | 50  | 5 | 50             | 5 | 50             | 50  |
| Redução de custos da matéria-prima      | 10 | 3     | 30  | 3 | 30             | 5 | 50             | 50  |
| Experiência de outras empresas          | 10 | 5     | 50  | 5 | 50             | 3 | 30             | 30  |
| Efeito sobre a qualidade do produto     | 10 | 0     | 0   | 0 | 0              | 5 | 50             | 50  |
| Baixo custo operacional de manutenção   | 10 | 2     | 20  | 3 | 30             | 3 | 30             | 30  |
| Baixo custo de capital                  | 10 | 5     | 50  | 6 | 60             | 1 | 10             | 10  |
| Curto período de implementação          | 10 | 5     | 50  | 3 | 30             | 5 | 50             | 50  |
| Facilidade de implementação             | 5  | 5     | 25  | 5 | 25             | 5 | 25             | 25  |
| Σ pontos por resíduos                   |    |       | 435 |   | 455            |   |                | 405 |
| Escala de prioridades                   |    |       | 2   |   | 1              |   |                | 3   |

P = prioridade, R = resíduo

**Tabela 7 – Hierarquização das intervenções – Empresa 2**

| Intervenção                             |    | Baías |     | Funil |     | Correia 1 e 2 |     | Ponto de carga |     | Reaprov. da água |     |
|-----------------------------------------|----|-------|-----|-------|-----|---------------|-----|----------------|-----|------------------|-----|
| Resíduos no fluxograma                  |    | B     |     | C     |     | C→D,<br>D→F   |     | F              |     | F, H             |     |
|                                         | R  | P     | PxR | P     | PxR | P             | PxR | P              | PxR | P                | PxR |
| Critério de escala de prioridade        |    |       |     |       |     |               |     |                |     |                  |     |
| Conformidade com a Legislação Ambiental | 10 | 0     | 0   | 0     | 0   | 0             | 0   | 0              | 0   | 10               | 100 |
| Custos de tratamento ou descarte        | 10 | 5     | 50  | 3     | 30  | 3             | 30  | 3              | 30  | 10               | 100 |
| Potencial de ações civis                | 5  | 0     | 0   | 2     | 10  | 2             | 10  | 0              | 0   | 10               | 50  |
| Quantidade de resíduos gerados          | 10 | 10    | 100 | 5     | 50  | 5             | 50  | 1              | 10  | 10               | 100 |
| Riscos/perigos por ação de resíduos     | 10 | 0     | 0   | 0     | 0   | 0             | 0   | 1              | 10  | 5                | 50  |
| Riscos/perigos par a segurança          | 10 | 0     | 0   | 2     | 20  | 3             | 30  | 0              | 10  | 5                | 50  |
| Prevenção/redução de resíduos           | 10 | 5     | 50  | 5     | 50  | 5             | 50  | 5              | 50  | 10               | 100 |
| Eliminação de gargalos                  | 0  | 0     | 0   | 0     | 0   | 0             | 0   | 0              | 0   | 0                | 0   |
| Reutilização/reemprego/reciclagem       | 10 | 5     | 50  | 5     | 50  | 5             | 50  | 5              | 50  | 10               | 100 |
| Redução de custos da matéria-prima      | 10 | 5     | 50  | 3     | 30  | 3             | 30  | 5              | 50  | 5                | 50  |
| Experiência de outras empresas          | 10 | 10    | 100 | 5     | 50  | 5             | 50  | 3              | 30  | 10               | 100 |
| Efeito sobre a qualidade do produto     | 10 | 10    | 100 | 0     | 0   | 0             | 0   | 5              | 50  | 0                | 0   |
| Baixo custo operacional de manutenção   | 10 | 5     | 50  | 2     | 20  | 3             | 30  | 3              | 30  | 0                | 0   |
| Baixo custo de capital                  | 10 | 5     | 50  | 5     | 50  | 6             | 60  | 1              | 10  | 5                | 50  |
| Curto período de implementação          | 10 | 10    | 100 | 5     | 50  | 3             | 30  | 5              | 50  | 5                | 50  |
| Facilidade de implementação             | 5  | 5     | 25  | 5     | 25  | 5             | 25  | 5              | 25  | 5                | 25  |
| Σ pontos por resíduos                   |    |       | 725 |       | 435 |               | 455 |                | 405 |                  | 925 |
| Escala de prioridades                   |    |       | 2   |       | 4   |               | 3   |                | 5   |                  | 1   |

\* P = prioridade, R = resíduo

### 3.7 Dificuldades de intervenção

As intervenções para as empresas 1 e 3 não significam nenhuma barreira de aplicação, a não ser a iniciativa de executá-las. Para a intervenção de ordem 1 na empresa 3, e 2 na empresa 1, que são as melhorias nas correias transportadoras, existe um outro fator a ser analisado para a sua implantação: o tempo. As correias são fundamentais no processo produtivo e sua paralisação tem influência direta na produção da central, o que exigirá um bom planejamento para sua execução.

Já para a empresa 1, a prioridade 1 é o reaproveitamento da água e isso não representa dificuldade de implantação. Além disso, resultará na redução do volume de água adquirido pela central dosadora. A construção de uma cisterna para reaproveitamento da água servida do processo produtivo além de minimizar os impactos junto ao meio, significaria uma redução substancial de custos com matéria-prima.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A engenharia deve apresentar soluções práticas, possíveis de serem executadas pela empresa, de forma a melhor ajudá-la na preservação do ambiente. A adoção de uma política ambiental clara e eficiente, tornará seu produto diferenciado dos demais, aumentando a fatia do mercado consumidor, cada vez mais preocupado com as questões ambientais que envolvem os processos produtivos.

Para assumir esta política, a empresa deve passar por uma mudança de filosofia. Uma equipe externa sem familiaridade com as etapas da produção da empresa, identifica com mais clareza os pontos críticos. Normalmente as soluções são simples, como foi possível identificar no estudo realizado para as centrais dosadoras de concreto da região de Florianópolis. Além disso, são de efeito prático, podendo solucionar rapidamente os problemas encontrados na situação inicial da empresa.

As Tabelas hierarquizam bem os resíduos e as intervenções, porém não levam em conta a relação entre o resíduo e a intervenção. Com critérios iguais para ambos, seria possível executar um cruzamento e obter assim uma possível modificação na ordem das intervenções.

## 5 REFERÊNCIAS

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO Disponível em [www.sindicatodocimento.com.br](http://www.sindicatodocimento.com.br) . Acessado em 20 de fevereiro de 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM – ABESC. Disponível em [www.abesc.com.br](http://www.abesc.com.br). Acessado em 20 de fevereiro de 2006.

WASTE MINIMIZATION OPPORTUNITY ASSESSMENT MANUAL . Hazardous Waste Engineering Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, EPA/625/6-88/003 July 1988. 26 pp, +8 Append.