



## Desenvolvimento de Produtos Ambientalmente Corretos: Estudo de Caso em uma Empresa Alemã Produtora de Eletrodomésticos

J. B. Fonseca <sup>a</sup>, F. C. A. Santos <sup>b</sup>

*a. Universidade de São Paulo, São Carlos, julia.fonseca@usp.br*

*b. Universidade de São Paulo, São Carlos, almada@sc.usp.br*

---

### Resumo

Neste trabalho são apresentados resultados de pesquisa sobre desenvolvimento de produtos ambientalmente corretos em uma empresa alemã produtora de lava-louças. A revisão de literatura trata conceitos como eco-design e análise do ciclo de vida de produtos. No estudo de caso aplica-se esta teoria para lava-louças produzidas pela empresa multinacional alemã *Bosch und Siemens Hausgeräte*. São apresentadas análises quantitativas históricas de consumo de água e energia elétrica desde as primeiras versões de lava-louças até as mais modernas, o quanto reduziu-se de ambos, e quais sistemas foram implementados e aprimorados para atingir as metas de redução.

**Palavras-chave:** *processo de desenvolvimento de produto, análise do ciclo de vida de produtos, estudo de caso.*

---

### 1 Introdução

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados de pesquisa realizada, referente ao eco-design, seus conceitos, sua aplicação e participação nos processos industriais atualmente. Além disso, será também apresentado o resultado de um estudo de caso particular na empresa multinacional alemã *Bosch und Siemens Hausgeräte* (empresa produtora de todos os eletrodomésticos de marcas Bosch ou Siemens, de pequeno e médio porte), mais especificamente na unidade de fábrica de lava-louças (Intranet BSHG<sup>3</sup>, 2010).

A análise do ciclo de vida (ACV) do produto, apresentada na **Fig. 1**, é hoje uma importante ferramenta utilizada para avaliar o impacto ambiental causado por um determinado produto, justamente por considerar a análise dos custos ambientais do produto desde a matéria-prima até o descarte. Avaliando cada fase do ciclo de vida, a empresa pode identificar qual delas é a maior causadora de impacto ambiental, e assim trabalhar com novas técnicas de desenvolvimento de produto, focadas em reduzir o impacto gerado pela determinada fase (LeVan, 1998).

A ACV é útil por ajudar na comparação entre produtos semelhantes de empresas diferentes com a finalidade de tentar provar ao consumidor qual é o produto mais “amigo

do meio ambiente” através de estratégias como: declarações ambientais, programas de rotulagem ecológica ou declarações ambientais do produto (Ribeiro, Gianneti e Almeida, 2003). Além disso, a ACV é uma ferramenta amplamente usada pelas empresas para medir o impacto ambiental gerado por seus produtos, a fim de identificar qual fase do ciclo de vida deve ser modificada e melhorada para diminuir o consumo ambiental global do produto (GDRC, 2010).

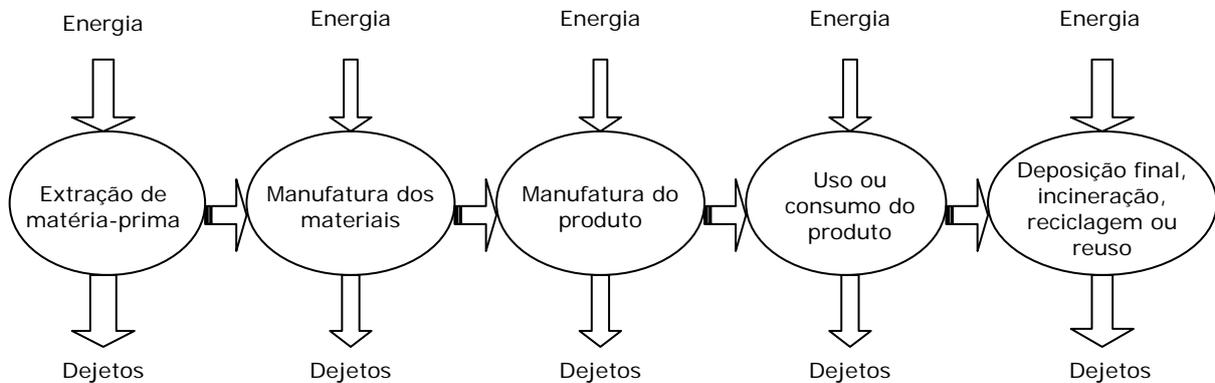


Fig. 1 – Análise geral “do berço ao túmulo” dos materiais desde a matéria-prima até o descarte.

## 2 Estudo de caso em uma empresa alemã produtora de eletrodomésticos

O prévio estudo teórico a respeito da análise do ciclo de vida do produto foi usado como base para o estudo de caso na empresa BSHG, realizado durante 9 meses em 2010, na unidade de Dillingen, Alemanha.

O estudo de caso específico foi realizado na empresa alemã *Bosch and Siemens Home Appliances Group* (BSHG), unidade de Dillingen na Alemanha. Tal unidade é considerada a maior produtora de máquinas de lavar louça do mundo, com uma produção que pode chegar a 10.000 unidades por dia.

A *BSHG*, surgiu no ano de 1967 com a fusão entre duas empresas gigantes, Robert Bosch GmbH e Siemens AG, e hoje é a maior empresa manufatureira de eletrodomésticos da Alemanha e da Europa, e uma das líderes mundiais no setor. Ela conta com 41 unidades de fábrica presentes em 13 países europeus, além de EUA, América Latina, e Ásia, possuindo uma força trabalho que conta com cerca de 39.000 funcionários (Intranet BSHG<sup>3</sup>, 2010).

A unidade da empresa em estudo é sujeita às seguintes legislações ambientais pertinentes à União Européias (Intranet BSHG<sup>2</sup>, 2010).

- Diretiva 2002/96/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de Janeiro de 2003, publicada no jornal oficial da União Européia em 13 de Janeiro de 2003, estabelece que as empresas devem se comprometer com o processo de logística reversa, reciclagem e disposição ambientalmente amigáveis de seus produtos, equipamentos utilizados na produção, ferramentas, entre outros; e
- Diretiva 2002/95/EC Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Janeiro de 2003, estabelece que as empresas devem, obrigatoriamente, se comprometer a suspender o uso de substâncias químicas perigosas e prejudiciais à saúde pública e ao meio ambiente.

A BSHG venceu a primeira edição do *German Sustainability Award (2010)*, organizada pela *German Sustainability Award Foundation*, com o título de *Product and Service Innovations for Climate Protection* devido ao novo sistema de zeólitas lançado em 2008, como reconhecimento de um desenvolvimento sustentável em conjunto com sucesso econômico da empresa.

Os eletrodomésticos, em geral, são equipamentos com vida útil prolongada, podendo variar entre 17 anos para os refrigeradores, até 5 anos para os computadores. A vida útil determinada para máquinas de lavar louças, foi em torno de 15 anos. Essa análise do ciclo de vida dos eletrodomésticos da BSHG concluiu que cerca de 90% do impacto ambiental global é causado durante a fase do uso pelo consumo doméstico de água, eletricidade e produtos químicos, isso devido à longa vida útil desses equipamentos (**Fig.2**).

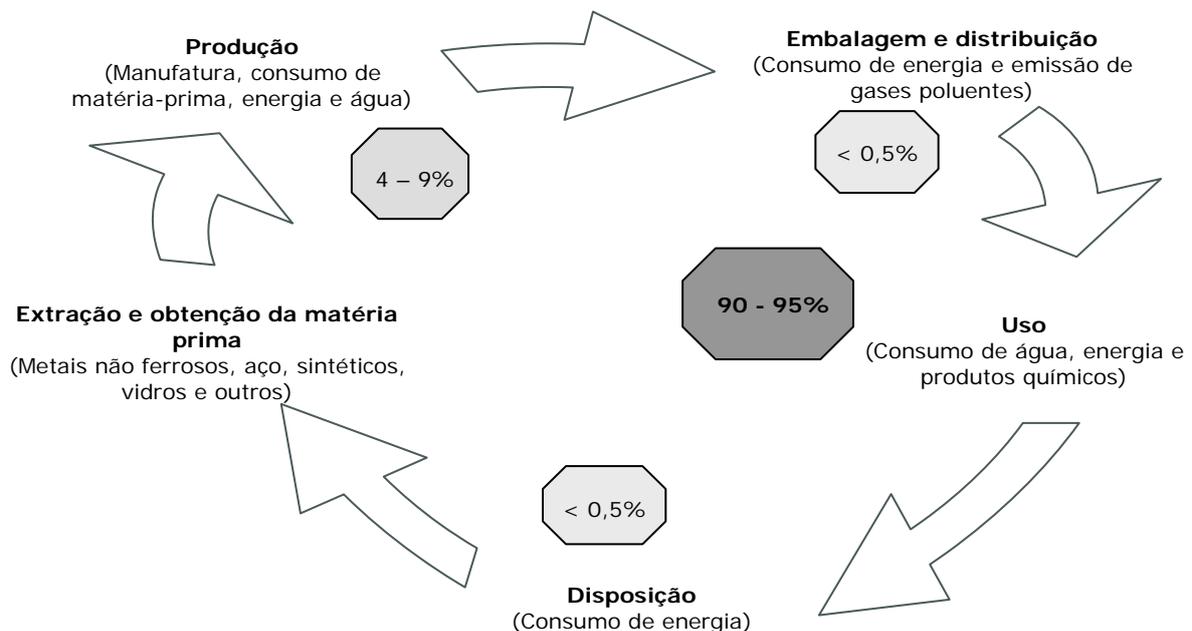


Fig. 2 – ACV dos produtos em geral da BSHG (Intranet BSHG<sup>1</sup>, 2010).

Com base na análise do ciclo de vida dos seus produtos e nas diretivas ecológicas às quais a empresa é submetida, a BSHG foca o desenvolvimento de novas tecnologias em alternativas para diminuir o consumo de água, energia elétrica e produtos químicos durante a fase de uso e estabelecer o processo de logística reversa no ciclo de vida do produto, obviamente sem prejudicar o desempenho doméstico desses eletrodomésticos.

O foco em desenvolvimento de produtos ambientalmente mais amigáveis já possibilitou, em 10 anos, reduzir de 30% (para lava-roupas e lava-louças) a 70% (para refrigeradores), o consumo de energia elétrica dos equipamentos domésticos, e em 40 anos (de 1965 a 2005) reduziu-se em 80% o consumo de água das máquinas de lavar (Otto, Rominy e Mrotzek, 2008).

### 3 Análise quantitativa do consumo de água e energia elétrica

Para o consumidor é de fundamental importância reduzir o consumo de água e energia elétrica de seus eletrodomésticos, pois ambos têm tido suas tarifas significativamente aumentadas, representando um aumento nas despesas mensais do usuário desses equipamentos.

Para as máquinas de lavar louça, cerca de 60% do seu custo total, desde a aquisição até a disposição do produto, é com água e energia elétrica consumidos durante a fase de uso.

A **Fig. 3** mostra o consumo atual de água durante o funcionamento de um dos tipos de ciclo das máquinas de lavar louça, que trabalha a temperatura de 50°C chamado de “*eco-program 50°*”. Esse é apenas um dos exemplos, pois as máquinas possuem ciclos disponíveis para diversos sistemas de lavagem. O ciclo ilustrado é o tipo de ciclo mais eficiente, com menor consumo de água e energia possível que seja capaz de lavar diversos tipos de louça com grau de sujeira entre baixo e médio.

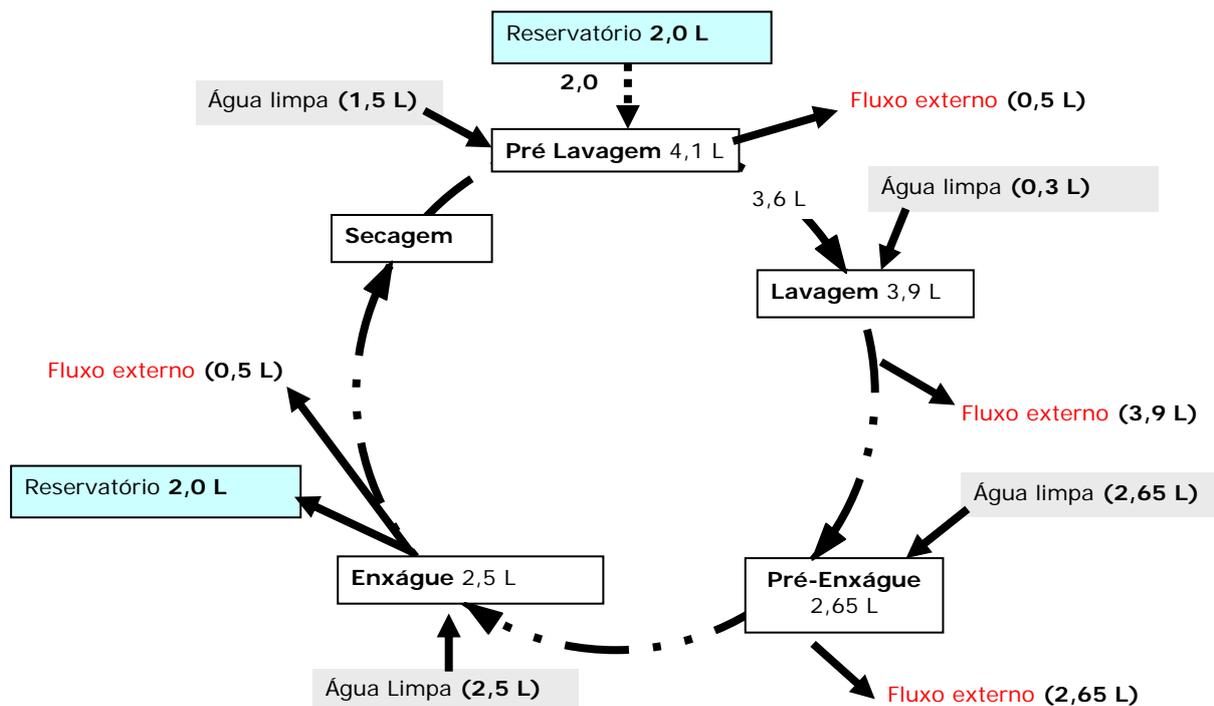


Fig. 3 – Ciclo atual de lavagem no programa *Eco-program 50°* (Dados internos da BSHG)

O consumo total de água limpa nesse ciclo é de 7 litros, mas para alguns outros ciclos o consumo máximo chega a 12 litros por ciclo. Depois da fase do segundo enxágue, quando as louças já não estão mais sujas e a água não contém mais tanto produto químico, ela passa por um processo de filtragem e tratamento de resíduos e é armazenada num tanque para que possa ser reutilizada no ciclo de lavagem seguinte.

Esse ciclo representa o funcionamento das lava-louças produzidas atualmente. Nesse mesmo ciclo a quantidade de detergente indicada para o processo de lavagem é de 25 gramas e a energia requerida para o funcionamento do ciclo é de 0,73kWh. O estudo realizado apurou que o consumo de energia das máquinas de lavar louça durante todo o processo de produção e descarte é de aproximadamente 4.300MJ, contra 80.900MJ ao longo de toda a vida útil do produto, ou seja, aproximadamente 20 vezes a mais (Otto, Rominy e Mrotzek, 2008). Isso significa, então, que o consumo de energia elétrica durante a fase de uso causa um impacto ambiental 20 vezes maior do que na fase de produção.

Dados ainda mostram que o consumo de água e energia elétrica das máquinas de lavar louça decresceu cerca de 30% e 34%, respectivamente, no período de 1990 a 2005 (Otto, Rominy e Mrotzek, 2008). A diminuição do consumo de energia elétrica pelos equipamentos elétricos e eletrônicos durante o uso é de fundamental importância

ecológica, por contribuir também com a redução da emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa, provenientes das usinas termoeletricas.

Para estabelecer o cumprimento da legislação europeia para a disposição de equipamentos elétricos e eletrônicos (Diretiva 2002/96/EC), a empresa já possui um eficiente processo de logística reversa e reparação de seus equipamentos, disponibilizando aos consumidores o serviço de transporte, recolhimento e assistência técnica domiciliar em caso de danos. Os produtos já são produzidos e montados para facilitar a desmontagem. Assim, depois do recolhimento desses equipamentos, suas partes são separadas e tratadas para serem reutilizadas, recicladas ou dispostas de maneira mais correta e menos impactante (Otto, Rominy e Mrotzek, 2008).

Considerando a obtenção da matéria-prima, a maior parte das máquinas de lavar louça é constituída de polietileno, com cerca de apenas 1% de alumínio, que é o maior consumidor de energia elétrica para a sua obtenção. A energia elétrica necessária para a obtenção de toda a matéria-prima é muito baixa se comparada com a fase de uso, sendo apenas entre 50MJ a 100MJ por equipamento (Otto, Rominy e Mrotzek, 2008).

Na Alemanha, o meio de transporte principal é o trem, o que diminui em muito a emissão de poluentes, principalmente CO<sub>2</sub>, na fase de logística e em relação às embalagens, a Alemanha possui um eficiente processo de recolhimento, reaproveitamento e reciclagem de lixo, significando que as embalagens dos equipamentos não são grandes geradoras de impactos ambientais.

Com todos esses dados em mão, é possível focar todos os projetos de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia da empresa com o objetivo de diminuir o consumo de água, energia elétrica e produtos químicos durante a fase de uso, justamente por concluir-se ser a fase de maior impacto ambiental durante seu ciclo de vida.

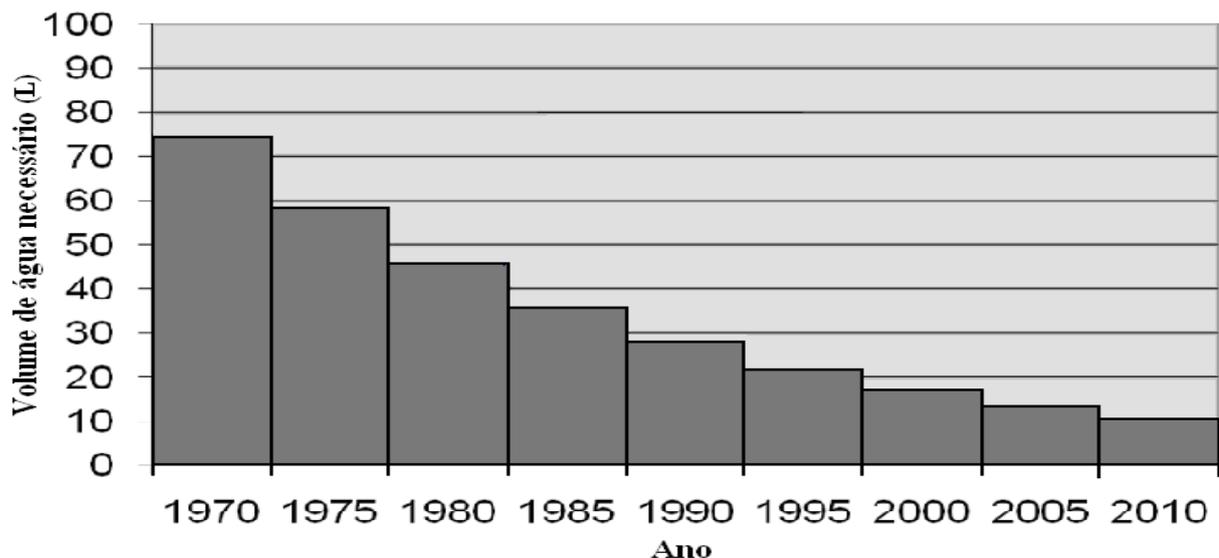
### *3.1 O consumo histórico de água e energia elétrica das lava-louças BSHG*

As primeiras máquinas de lava-louça da BSHG começaram a ser desenvolvidas e produzidas no ano de 1965, mas quando foram lançadas ao mercado consumidor eram equipamentos com elevado consumo de água e energia elétrica, que chegava a ser superior ao gasto desses mesmos recursos se lavando a mesma quantidade de louça a mão. Mas com o desenvolvimento de novas tecnologias, hoje o uso desses equipamentos representam uma significativa economia desses recursos se comparado com a lavagem manual.

Considerando a conclusão da análise do ciclo de vida dos eletrodomésticos da BSHG de que a fase de uso é a responsável por aproximadamente 90% do impacto ambiental causados por esses eletrodomésticos, a empresa vem buscando desde o início alternativas para reduzir esse consumo dos ciclos de lavagem. A **Fig. 4** ilustra quantitativamente o volume de água consumido em média pelas máquinas de lavar louça, desde a década de 70 até as mais modernas. Para a avaliação do consumo, foi sempre considerada a mesma quantidade e características das louças a serem lavadas (padrão para testes).

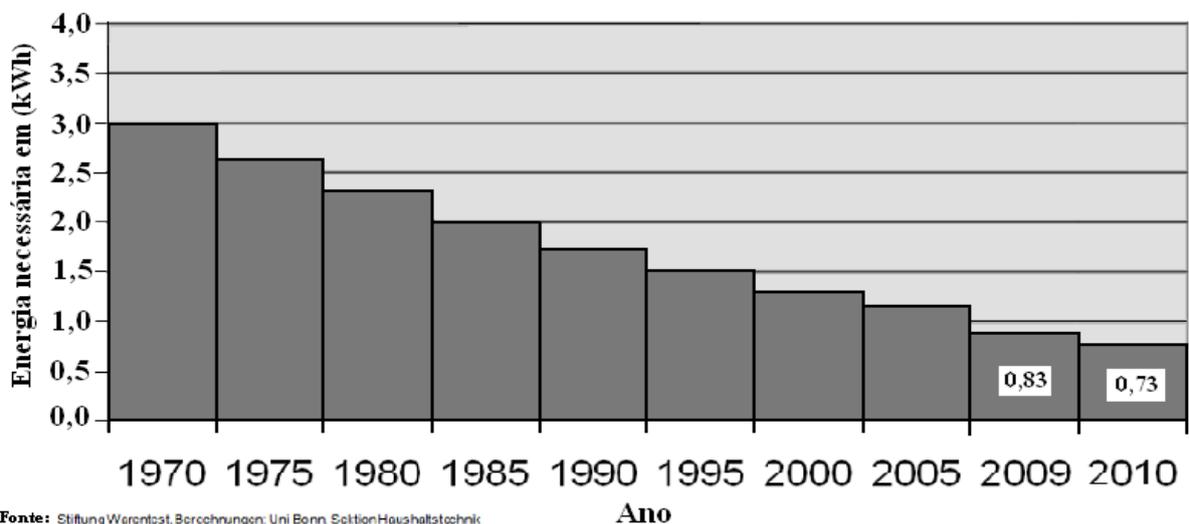
Atualmente o consumo de água já é bastante reduzido, podendo chegar até mesmo ao consumo mínimo de 6,5 litros por ciclo de lavagem, as pesquisas se tornam mais complexas e demoradas, e a redução é conseguida em menores proporções. A empresa tem a meta ambiciosa de atingir a longo prazo um consumo mínimo de 2 litros por ciclo.

Conclui-se, com base na **Fig 5**, que a redução do consumo de energia elétrica também foi bastante significativa ao longo do tempo, e exigiu várias modernizações e pesquisas em todos os sistemas componentes dos eletrodomésticos, apresentadas a seguir.



Fonte: Stiftung Warentest, Berechnungen: Uni Bonn, Sektion Haushaltstechnik

Fig. 4 Consumo histórico de água (Dados internos da BSHG)



Fonte: Stiftung Warentest, Berechnungen: Uni Bonn, Sektion Haushaltstechnik

Fig. 5 – Consumo histórico de energia elétrica (Dados internos da BSHG)

#### 4 Análise técnica do consumo de água e energia elétrica das lava-louças BSHG

Aqui são apresentados os sistemas técnicos de funcionamento das lava-louças e suas melhorias que foram responsáveis para o desenvolvimento de máquinas mais econômicas. Os subsistemas que compõe as lava-louças interligados por água são: programas de lavagem, sistemas mecânicos, temperatura e produtos químicos, e ainda existe o sistema acústico, externo às máquinas e independente da água.

##### 4.1 Sistemas mecânicos

Basicamente os componentes dos sistemas mecânicos que possibilitam melhorias a ponto de diminuir o consumo das máquinas são: *spray arms*, bombas e filtros. Em cada fase do ciclo de lavagem, a água passa por ciclos contínuos conectando os componentes citados.

Inicialmente, a água é introduzida na base da máquina. Ela passa então pelo filtro, fluindo diretamente para a bomba que a bombeia para o *spray arm*. Devido a alta

pressão da água, o *spray arm* gira em torno do eixo enquanto a água flui em alta pressão através dos orifícios.

O *spray arm* é responsável por jorrar água a alta pressão nas louças. Inicialmente as máquinas só contavam com um *spray arm*, instalado na base inferior das máquinas, com orifícios de tamanhos entre 10mm e 5mm. Nas primeiras versões produzidas, as bombas possuíam um fluxo de bombeamento de 200 L/min, e com uma potência de 500W. O sistema de filtragem contava somente com 2 peneiras, uma grossa e uma mais fina.

Por causa do precário sistema de filtragem, a água não era bem filtrada, dificultando a sua reutilização e o rebombeamento para o *spray arm*. Devido aos largos orifícios do *spray arm*, e ao grande tamanho da bomba com alto fluxo de bombeamento (200L/min) a água não conseguia assumir alta pressão, sendo necessário um maior volume para lavar as louças e para preencher a bomba. Além disso, a potência das bombas era a principal responsável pelo alto consumo de energia elétrica. Sendo assim, o consumo de água era em torno de 75 a 60 litros de água por ciclo, e de energia elétrica 3kWh.

As primeiras melhorias que tiveram nos sistemas mecânico das máquinas produzidas entre 1975 e 1985, foram no sistema de filtragem e na substituição por bombas mais compactas, com capacidade de bombeamento entre 90 e 100L/min e uma potência de 250W, e a energia elétrica máxima necessária, por ciclo, caiu para 2,8kWh. Mas os *spray arms* continuaram com as mesmas características anteriores, e o consumo de água ainda era elevado podendo variar entre 48 e 60L/ciclo o que mantinha o custo da lavagem de louça com máquina ainda maior que a manual.

Nas versões das máquinas produzidas entre os anos de 1985 e 1995, já conseguiu-se reduzir a largura dos orifícios para tamanhos entre 2,5 e 5mm dos *spray arms*, aumentando a pressão da água contra as louças, a bomba foi novamente reduzida, para uma capacidade de fluxo de 55 a 65L/min, e o filtro sofreu novas e mais significativas mudanças. Com essas melhorias, o consumo de água era na faixa entre 35 e 22L/ciclo, e de energia elétrica entre 1,5 e 1,8kWh. Nessa década foi quando o custo das lavagens à máquina se aproximou do custo da lavagem à mão, e foi quando as tecnologias começaram a avançar mais rapidamente, dando início a produção de equipamentos mais modernos, eficientes, práticos e com baixíssimo consumo de água e energia elétrica.

A partir de 1995 até hoje os *spray arms* assumiram formato e material diferente, feitos de polietileno e com orifícios de tamanhos inferiores a 2,5mm, o que proporciona um jato de água a alta pressão nas louças. O sistema de filtro, até 2007 era composto de 4 partes, mas hoje de 3 com eficiência ainda mais alta. As bombas, produzidas entre 1995 e 2007 tinham uma capacidade de volume entre 25 a 35L/min e potência elétrica de 80W, e as mais modernas assumiram um formato bastante compacto, tendo uma capacidade de fluxo de água entre 15 e 25L/min e potência de 60W. Hoje em dia, as máquinas podem funcionar até com gastos mínimos de 6,5 litros de água por ciclo, e 0,73kWh de energia.

Essas foram as modificações que, feitas nos sistemas mecânicos, foram eficientes ao processo de economia de água e energia elétrica.

#### 4.2 Sistemas de zeólitas

O sistema de zeólitas instalado em lava-louças foi desenvolvido e patentado pela BSH e tem a função de reduzir o consumo de energia no aquecimento de água e ar. As zeólitas são utilizadas hoje em dia em vários processos industriais como estocagem de gás, catálise e troca iônica (Barton, 1999; Cracknell, 1993 apud Nanotecnologia e zeólitas). No caso dos sistemas de secagem, o objetivo é estocar vapor d'água para ser liberado posteriormente, quando o ciclo de lavagem atingir a fase de secagem.

O sistema de zeólitas é ativado em duas fases do ciclo de lavagem: na lavagem e secagem. Na lavagem ele é ativado para aquecer a água que será usada nessa fase, e para absorver a umidade da máquina depois da lavagem. Quando absorvem umidade de dentro da máquina depois da fase de lavagem, as zeólitas armazenam energia dentro da sua estrutura cristalina, que depois, ao iniciar a fase de secagem, é liberada na forma de ar quente para secar as louças. Na figura 9, pode-se ver os momentos em que o sistema de zeólitas é ativado. Esse sistema possibilita a economia em cerca de 0,14KWh de energia por ciclo de funcionamento. Isso representa, aproximadamente uma redução de 15% do consumo de energia elétrica.

Para as primeiras versões produzidas com o sistema de zeólitas, a redução de consumo de energia foi de 1,05kWh para 0,83kWh, e com o seu aprimoramento o consumo ainda chega ao mínimo de 0,73kWh. A **Fig. 6** mostra a entrada de energia elétrica no ciclo de lavagem ECO 50°, antes e depois do sistema de zeólitas.

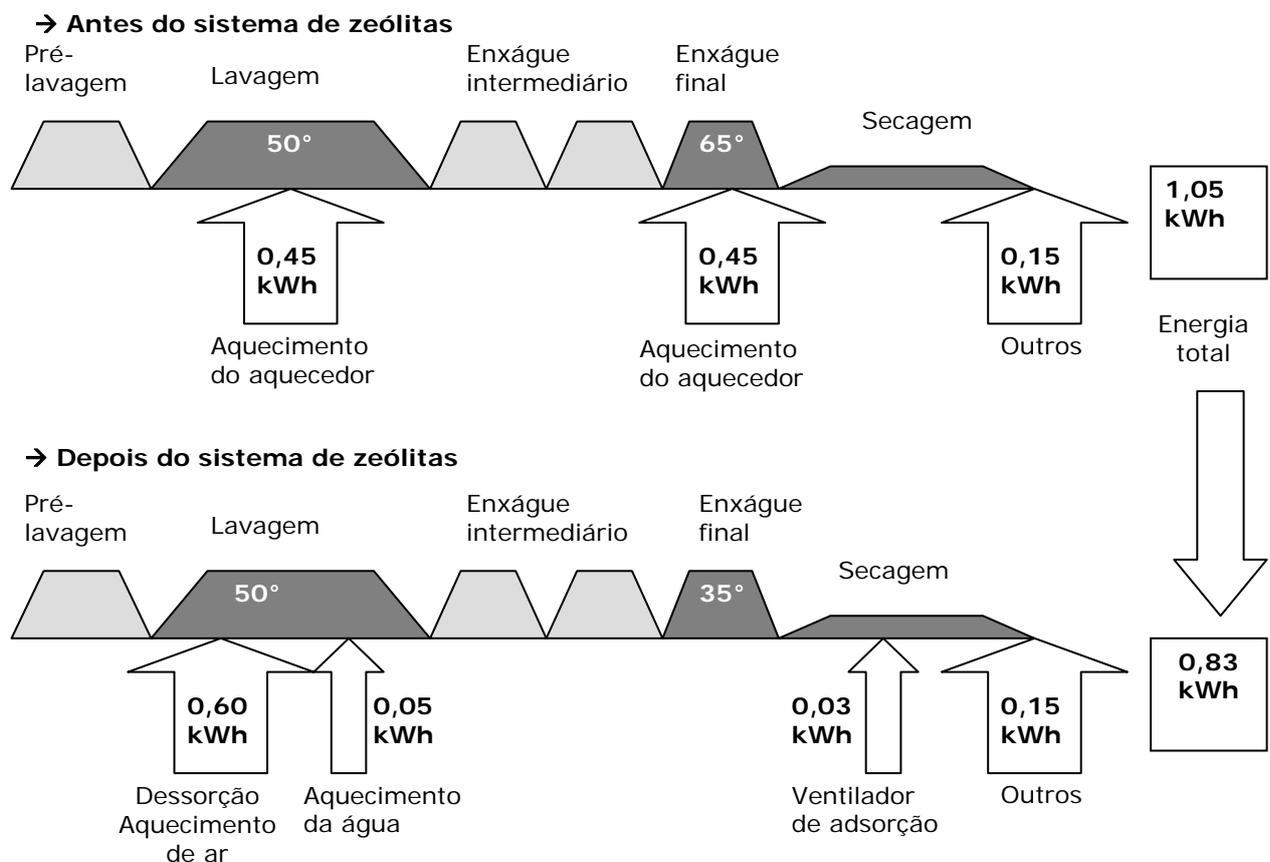


Fig. 6 – Redução de energia elétrica pelo sistema de zeólitas (Dados internos da BSHG)

A dessorção é o fenômeno que ocorre nas zeólitas quando absorve a umidade proveniente do interior das lava-louças, armazenando a energia que aquece o ar que circula na serpentina para esquentar a água que será usada na lavagem. A adsorção é o fenômeno reverso à dessorção, ou seja, a liberação da energia armazenada que será liberada para circular no interior das máquinas com o auxílio ventilador de adsorção, secando as louças.

Foi feita, ainda, uma estimativa quantitativa da economia energética ocasionada pelo sistema de zeólitas e o quanto ela representa em redução anual total de consumo de energia e redução da emissão de gás CO<sub>2</sub>. Considerando que anualmente são vendidas de 100.000 unidades de lava louças na Alemanha e que cada unidade roda cerca de 250

vezes por ano, tem-se então uma economia de 4GWh/ano, ou 200GWh/10 anos. Para parâmetros da Alemanha, onde a energia é predominantemente proveniente de usinas termo elétricas, isso representa uma redução de emissão de CO<sub>2</sub> de 2000 toneladas/ano, ou ainda, 100.000 toneladas/10 anos.

O sistema de zeólitas em máquinas de lavar louça está registrado sobre o número de patente 20100043842, disponível no site *free patents online*.

A **Fig. 7** ilustra a redução de consumo de energia elétrica das lava-louças produzidas pela BSHG, desde a primeira versão em 1965 até as mais modernas, e quais tipos de tecnologia e sistemas desenvolvidos e melhorados foram responsáveis por cada percentual de redução.

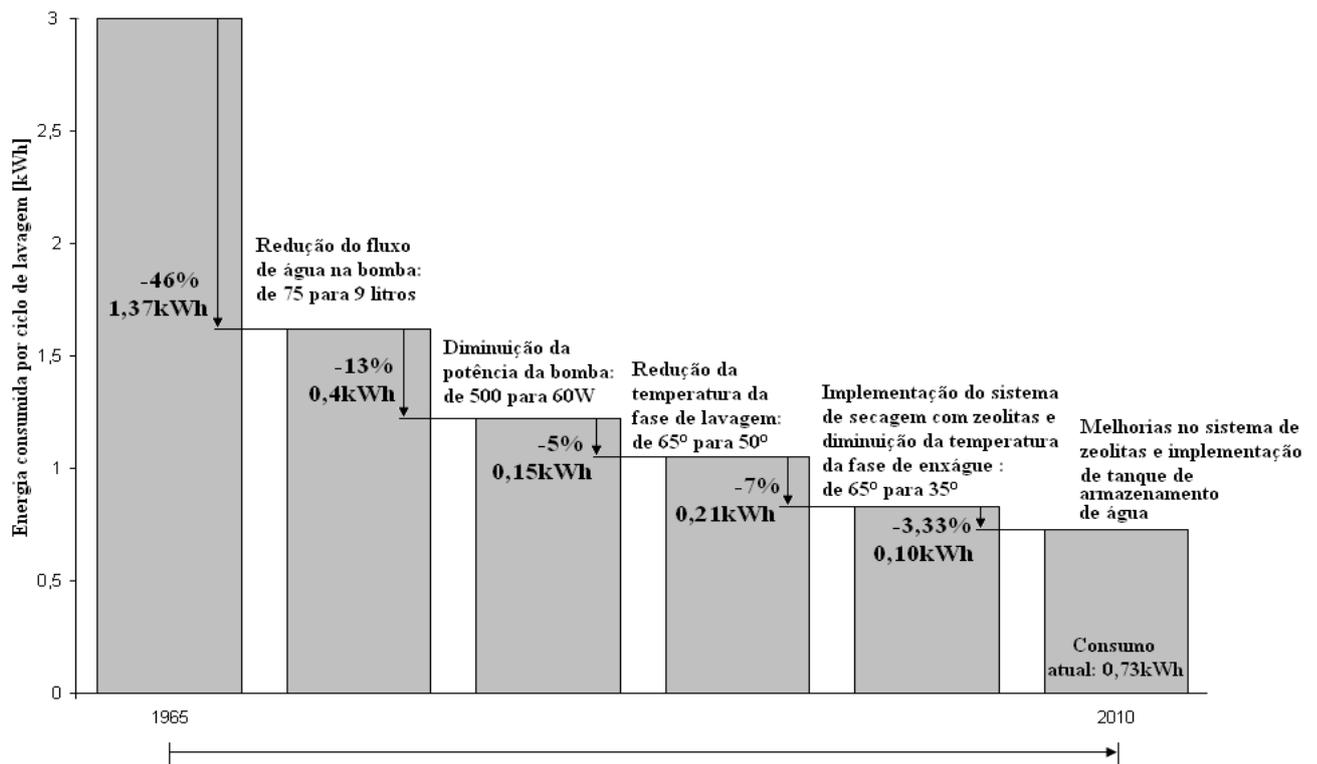


Fig. 7 – Redução de consumo de energia elétrica por sistema (Dados internos da BSHG)

Nota-se no gráfico que o principal sistema responsável pela redução de consumo de água e energia elétrica foi a diminuição do tamanho da bomba, o que diminuiu o fluxo de água e a potência elétrica da mesma. Além disso, com bomba mais compacta, tornou-se possível instalar novos sistemas na base das lava-louças, por aumentar o espaço disponível.

#### 4.3 Tanques de reservatório de água

Outro sistema importante, patenteado pela BSHG, instalado nas máquinas de lava-louça, produzidas a partir de 2007, foi o sistema de tanques de reservatório de água, instalado na lateral dos equipamentos, que possibilita a reutilização da água da fase de pós-enxágue na fase de pré-lavagem do ciclo acionado posteriormente. Esse reservatório de água tem capacidade de armazenagem de cerca de 2,5 litros, sendo esse o volume de água reciclada por ciclo de lavagem. A **Fig. 3** facilita o entendimento desse processo de reciclagem de água por reservatórios. Atualmente são realizadas pesquisas relacionadas com a possível implementação de um novo sistema capaz de reciclar e armazenar 4 litros de água, e não somente 2,1 como é feito atualmente.

Há ainda outras mudanças, realizadas e a realizar em diversos sistemas das lava-louças da BSHG que não serão apresentadas devido ao limite de espaço.

## 5 Conclusões

Com a Análise do Ciclo de Vida dos eletrodomésticos produzidos pela Bosch und Siemens Hausgeräte Group (BSHG), nesse caso específico das lava-louças, concluiu-se que a fase de uso é a mais ambientalmente impactante devido à vida longa desses eletrodomésticos, sendo em torno de 15 anos. A partir dessa conclusão, a BSHG foca suas pesquisas em desenvolvimento de tecnologias para reduzir o consumo de água e energia durante a fase de uso.

Foram apresentadas análises quantitativas históricas de consumo de água e energia elétrica desde as primeiras versões de lava-louças até as mais modernas, o quanto reduziu-se de ambos, e quais sistemas foram implementados e aprimorados para atingir as metas de redução. Isso mostra a crescente preocupação e o investimento da empresa com relação à aplicação do conceito teórico e prático do *eco-design* no processo de desenvolvimento de seus produtos. O resultado desse comprometimento foi, até hoje, uma redução de 91% no consumo de água, e de 75% no consumo de energia elétrica comparando com as versões lançadas em 1965. Mas essas metas são ainda mais ambiciosas, pois a longo prazo a empresa quer alcançar metas como o consumo de 2 litros de água por ciclo de lavagem.

## 6 Bibliografia

Barton, 1999, Cracknell, 1993 apud Nanotecnologia e zeólitas. Disponível em: [http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0410387\\_08\\_cap\\_01.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0410387_08_cap_01.pdf). Acesso em: 25. out. 2010.

German Sustainability Award 2010. Disponível em: [http://www.deutscher-nachhaltigkeitspreis.de/files/german\\_sustainability\\_award\\_2010.pdf](http://www.deutscher-nachhaltigkeitspreis.de/files/german_sustainability_award_2010.pdf). Acesso em: 18. out. 2010

GDRC. The Global Development Research Center. Life cycle analysis and assessment. Disponível em: <http://www.gdrc.org/uem/lca/life-cycle.html>. Acesso em: 24 abr. 2010

Intranet BSHG<sup>1</sup> – Life cycle analysis. Disponível em: <http://intranet.bshg.com/ztu/umweltschutz/en/fachthemen/lebensweganalyse.htm>. Acesso em: 20. abr. 2010

Intranet BSHG<sup>2</sup> – WEEE - waste products. Disponível em: <http://intranet.bshg.com/ztu/umweltschutz/en/fachthemen/altgeraete.htm>. Acesso em: 30. abr. 2010

Intranet BSHG<sup>3</sup> – Company profile. Disponível em: <http://net.bshg.com/global/intranet/en/aboutus/Pages/Profil.aspx>. Acesso em: 03. maio. 2010

LeVan, S. L. Life cycle assessment: measuring environmental impacts. Marshall Court: Forest Products Society, 1998. Disponível em: <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf1998/levan98b.pdf>. Acesso em: 02. abr. 2010

Otto, R., Ruminy, A., Mrotzek, H. Assessment of the Environmental Impact of Household Appliances. BSHG, 2008. Disponível em: <http://www.bsh-group.com/index.php?111976>. Acesso em: 05. maio 2010

Ribeiro, C. M., Gianneti B. F., Almeida C. M. V. B. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): Uma Ferramenta Importante da Ecologia Industrial. 2003. Disponível em: <http://www.hottopos.com/regeq12/art4.htm>. Acesso em: 28. Out. 2010