

# Caracterização de um sistema produto-serviço com base no seu ciclo de vida: análise em um purificador de água disponível no Brasil

*Characterization of a product-service system based on its life cycle: analysis of a water purification system in Brazil*

Fernanda Hänsch Beuren

Mestre em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.  
Florianópolis, SC – Brasil.  
fernandahansch@yahoo.com.br

Claiton Emílio do Amaral

Mestre em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.  
Florianópolis, SC – Brasil.  
claiton.emilio@gmail.com

Paulo Augusto Cauchick Miguel

PhD em Manufacturing Engineering na Inglaterra e Livre Docente pela Universidade de São Paulo, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.  
Florianópolis, SC – Brasil.  
cauchick@deps.ufsc.br

## Resumo

A literatura sobre sistemas produto-serviço levanta a necessidade de trabalhos empíricos a fim de contribuir para o desenvolvimento sobre o tema e buscar soluções operacionais na sua adoção. Nesse sentido, este trabalho apresenta os resultados de uma análise de um exemplo de um PSS introduzido no país. Objetiva-se avaliar o exemplo empírico disponível no Brasil relacionando-o com a literatura vigente. Para tanto, um modelo conceitual para o ciclo de vida de um PSS é utilizado. O modelo apresenta as etapas de um PSS, tendo sido construído com base na literatura. Também serviu como base para a coleta e análise dos dados, realizada por meio de entrevistas com responsáveis pelo exemplo empírico, caracterizado como um importante modelo de negócio da empresa. O trabalho destaca aspectos do ciclo de vida do PSS analisado e, apesar dos pontos positivos identificados para o PSS, constata-se que este apresenta ainda oportunidades de melhoria.

**Palavras-chave:** Ciclo de vida. PSS. Sistema produto-serviço. Sustentabilidade.

## Abstract

The literature on product-service systems (PSS) raises the necessity of carrying out empirical work to contribute to the development of the subject as well as to offer operational solutions. In this sense, the present study presents the results of an investigation of a PSS example introduced in the country. Our objective is to analyze the Brazilian empirical example by relating it to the existing literature. A conceptual model of the PSS life-cycle was proposed based on the literature and is now used to evaluate the example. This model presents stages of creation, development and use of the PSS to demonstrate those aspects of the PSS studied. In addition, the model was a basis for data collection and analysis through interviews with people involved with the development of the PSS. The study stresses aspects of the life-cycle of the analyzed PSS. Despite the positive points that were identified, there is room for further improvement.

**Key words:** Life-cycle. Product-service system. PSS. Sustainability.



## 1 Introdução

Visando melhorar a posição no mercado, bem como aumentar a satisfação dos consumidores, muitas empresas buscam oferecer soluções que vão além da oferta de produtos (SUNDIN, 2009; SAKAO et al., 2009a). Os efeitos causados pelo aumento da produção nos últimos anos mostram que a disponibilidade de produtos somente para consumo individual não é uma estratégia competitiva adequada (YU et al., 2008). As soluções atuais estão relacionadas à inclusão de serviços aos produtos por meio de alternativas de utilização dos mesmos ao invés da simples aquisição. Nesse sentido, um tema que vem se destacando na literatura nos últimos anos é o estudo de sistema de produto-serviço (*Product-service Systems* ou PSS), com um crescimento acentuado de publicações nos últimos anos (HÄNSCH BEUREN et al., 2011). Esse sistema visa aumentar a competitividade e lucratividade das empresas por meio do uso dos produtos e ao invés de sua propriedade (GENG et al., 2010). Esse modelo de negócio busca reduzir o consumo de produtos por meio de alternativas de uso dos produtos. Entretanto, há algumas limitações na sua implantação.

Como já destacado por Baines et al. (2007) falta ainda evidências de proposições específicas para o PSS. Mont e Lindhqvist (2003) e Aurich et al. (2010) destacam que devem ser feitas investigações longitudinais em organizações que desenvolvem e oferecem o PSS a fim de contribuir para o desenvolvimento da teoria, das metodologias de implementação e das soluções operacionais, visando à oferta de sistemas produto-serviço. Para os autores citados, esse modelo de negócio deve oferecer produtos e serviços de forma competitiva, semelhante aos desenvolvimentos de engenharia de bens tangíveis. Outro aspecto importante é relativo ao uso de metodologias e ferramentas utilizadas para a criação, desenvolvimento e uso de sis-

temas produto-serviço. A literatura apresenta uma gama de ferramentas e metodologias para a concepção do PSS; no entanto, Geng et al. (2010) salientam que esse sistema não vem sendo discutido adequadamente e suas formas de concepção têm sido questionadas e pouco disseminadas pela comunidade acadêmica (SILVA, 2010). Na verdade, essas ferramentas e metodologias são geralmente desenvolvidas para processos convencionais e, portanto, merecem uma análise mais cuidadosa. Além disso, falta uma avaliação de desempenho empírica dos sistemas produto-serviço (HÄNSCH BEUREN et al., 2011).

Nesse contexto, este estudo tem como propósito contribuir para o desenvolvimento empírico sobre PSS por meio da investigação de um exemplo existente. Esta investigação visa analisar esse exemplo existente, um caso empírico brasileiro, relacionando-o com a literatura vigente, ou seja, analisar o purificador de água, sob a luz da teoria sobre PSS. Este trabalho é então dividido em cinco seções, além desta introdução. Na seção seguinte, é apresentada a fundamentação teórica sobre PSS, destacando-se alguns conceitos sobre o tema. Na seção subsequente, descrevem-se os métodos de pesquisa adotados no trabalho para, na sequência, relatar e discutir um exemplo brasileiro de PSS. O texto finaliza na última seção com as conclusões do trabalho.

## 2 Sistemas produto-serviço

Esta seção apresenta primeiramente os conceitos principais de PSS com um panorama geral do que a literatura utiliza como definição. Na sequência, apresenta-se uma classificação de PSS, advinda da literatura, que o classificam em três categorias, que fazem parte da transição de um “produto puro” para um “serviço puro”. Para finalizar esta seção apresentam-se algumas metodo-

logias existentes, assim como um modelo conceitual para o ciclo de vida do PSS.

## 2.1 Definição de sistemas produto-serviço

Para Goedkoop et al. (1999), a definição principal de PSS é a combinação de produtos e serviços em um sistema, o qual possui redes de atores e infraestrutura a fim de satisfazer as necessidades dos consumidores por meio da sua melhoria contínua. O principal objetivo do PSS, para os autores citados, é oferecer a função do produto por meio de um atendimento personalizado. Também consideram que esse negócio, de alguma forma, reduz o impacto ambiental pela diminuição de descarte de materiais que passam a ser reutilizados, aumentando sua durabilidade.

Assim, Baines et al. (2007) consideram que um PSS busca continuamente um aumento da competitividade por meio da integração de produtos e serviços que agregam valor no uso, a fim de satisfazer as necessidades dos consumidores, obtendo ainda menor impacto ambiental. Dessa forma, o PSS é uma oportunidade diferenciada dos modelos de negócio tradicionais, os quais passam da venda de produtos sem um relacionamento direto e contínuo com o cliente, principalmente no pós-venda, visando oferecer soluções que satisfaçam os consumidores de modo personalizado. Com isso, as oportunidades de diferenciação no mercado aumentam, pois a empresa conhece melhor os clientes, possibilitando oferecer-lhes soluções (produtos e serviços) que satisfaçam suas necessidades durante a criação, desenvolvimento e uso desses produtos e serviços (WILLIAMS, 2006; WIMMER et al., 2007; KIMITA et al., 2009; KUO et al., 2010). Os autores também destacam que o PSS é uma oportunidade que visa reduzir os problemas ambientais, se comparado com o consumo de produtos que, atualmente, devido

ao reduzido ciclo de vida, vem causando problemas graves ao meio ambiente.

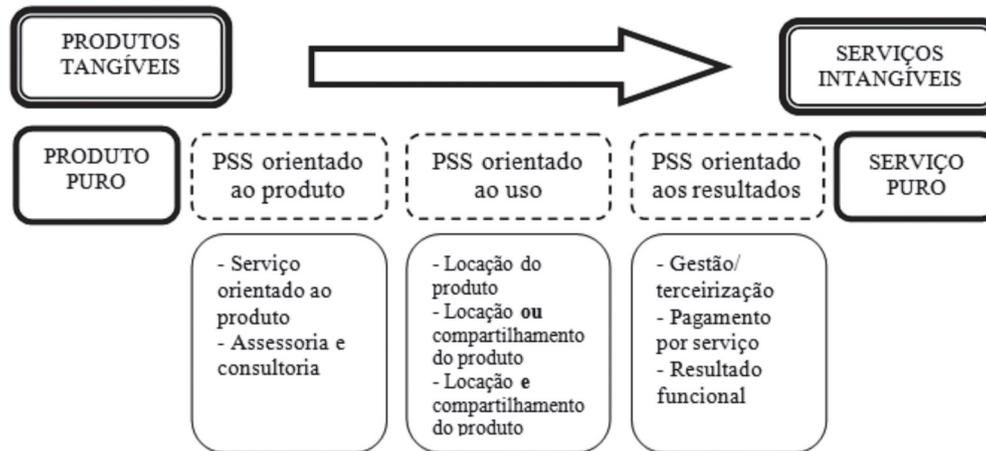
A literatura em geral também destaca que o PSS busca o desenvolvimento e consumo sustentável e que esse deve ser analisado sistemicamente. Entretanto, não basta projetar produtos com materiais recicláveis ou de fontes renováveis ao meio ambiente, pois é preciso também analisar a rede de atores envolvidos, a logística dos fornecedores e prestadores de serviços, a durabilidade dos produtos, o contato com consumidor, entre outros aspectos, conforme o ciclo de vida dos produtos e serviços, ciclo esse que é enfatizado mais a frente.

## 2.2 Categorias de sistemas produto-serviço

As categorias do PSS estão associadas a uma mudança da aquisição de produtos tangíveis para o uso desses produtos com apoio de serviços prestados, o qual vem sendo considerado uma tendência que visa agregar valor ao negócio (PING; JIA, 2010). Baines et al. (2007) destacam que há uma integração de produtos e serviços que agregam valor para o consumidor por meio do uso de ambos, convergindo de um “produto puro” para um “serviço puro”, conforme ilustra a Figura 1. No extremo direito da figura, o valor é dado para a utilização do produto ao invés da propriedade.

Como ilustra a Figura 1, as divisões do PSS não são rigidamente definidas, podendo predominar mais em direção ao produto ou aos serviços. Assim, a convergência do “produto puro” para o “serviço puro” visa desmaterializar o uso de materiais, oferecendo soluções em produtos e serviços, buscando maior satisfação das necessidades dos envolvidos no negócio. Nessa linha, Tukker (2004) classifica o PSS conforme as seguintes perspectivas para um PSS orientado:

- ao produto: fornecimento de produtos com serviços extra em que o consumidor adqui-



**Figura 1: Principais categorias dos sistemas produto-serviço**

Fonte: Tukker, (2004).

re um produto tornando-se seu proprietário e também utiliza os serviços que a empresa oferece e que agregam valor ao produto;

- ao uso: vende-se a utilização do produto em conjunto com os serviços que adicionam valor a esse produto, ou seja, o produto pode ser alugado e/ou compartilhado e passa a ser propriedade da empresa que oferece a sua utilização;
- aos resultados: o objetivo dessa categoria é oferecer um resultado ou uma competência para o consumidor, como a venda de roupas lavadas em vez de máquinas de lavar roupa (FAN; ZHANG, 2010). Nesse caso, o produto é propriedade da organização; e o cliente paga pelos resultados obtidos (BAINES et al., 2007).

Alguns autores (SAKAO et al., 2009a; AURICH et al., 2010; GEUM; PARK, 2010) consideram a classificação do Tukker (2004) como a mais adequada para representar o PSS. Apesar disso, parece ainda não existir um consenso na literatura sobre essa categorização. Alguns pesquisadores consideram que a propriedade dos produtos não deve ser dos clientes; e outros, que diferentes tipos de serviços correspondem a um PSS (SAKAO

et al., 2009b). Dessa forma, necessita-se explorar essas categorias, a fim de facilitar o posicionamento das empresas da categoria mais adequada.

O PSS orientado aos resultados é a possibilidade de alcançar maior desmaterialização do produto por meio da inclusão de serviços. Nesse modelo de negócio, o cliente usufrui de uma solução, como ter suas roupas lavadas ao invés de comprar uma máquina de lavar ou utilizar um espaço para trabalhar sem precisar adquirir equipamentos nem alugar, individualmente, uma sala. As características do PSS vão desde uma solução que oferece produtos e alguns serviços inclusos até a utilização de um produto com vários serviços incluídos.

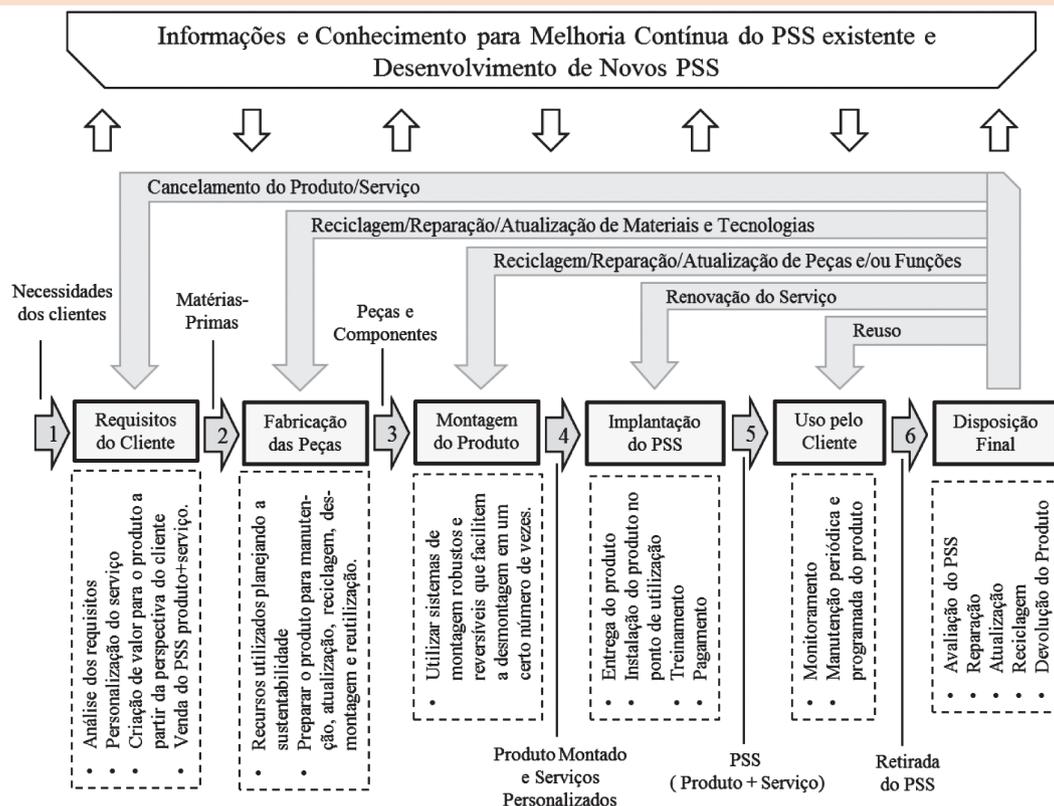
### 2.3 Desenvolvimento do modelo conceitual para o ciclo de vida do PSS

Alguns aspectos apontam diferenças significativas entre a prestação de serviços associados aos produtos em um modelo de negócio PSS e a de serviços tradicionalmente prestados em um sistema convencional de assistência ao cliente, sejam em condições de garantia do produto ou fora dela. Assim, visando compreender como funciona o processo de criação, desenvolvimento e uso de um PSS, Tukker e van Halen (2003) apresentam al-

guns métodos que foram desenvolvidos para esse fim, tendo como os mais disseminados na literatura: o PROSECCO (*Product & Service Co-design*), o INNOPSE (*Innovation Studio and Exemplary Developments for Product Service Engineering*), o HICS (*Highly Customerised Solutions*) e o MEPSS (*Methodology for Product Service Systems*). Para Vezzoli e Ceschin (2009), há limitações nos métodos apresentados anteriormente, necessitando contribuições de autores de diferentes áreas, como das engenharias, para um maior conhecimento sobre a utilização do PSS na prática. Assim, Sakao et al. (2009a) salientam que os métodos devem ser explorados para que seja possível melhorar o PSS de forma sistêmica (GENG et al., 2011). Como PSS é sistêmico, ou seja, abrange todo o ciclo de vida do produto e do serviço que estão sendo oferecidos, esses métodos devem ser adaptados a diferentes cenários para atender as

necessidades das partes interessadas (MORELLI, 2006). O autor salienta que o método para o PSS deve ser direcionado para cada situação, incluindo a identificação dos atores (empresas, instituições e usuários finais) na rede, possíveis cenários PSS, apresentando formas de uso do produto e do serviço e infraestrutura adequada para determinado fim. Finalmente, Aurich et al. (2006) destacam que o método deve ser modular, assim como baseado no ciclo de vida do PSS (GU et al. 2009).

Diante da necessidade de métodos para compreender o funcionamento do processo de criação, desenvolvimento e uso de um PSS, apresenta-se, a seguir, um modelo conceitual do ciclo de vida do PSS. Este modelo foi construído com base na literatura e representa o ciclo de vida do produto integrado ao ciclo de vida do serviço. A Figura 2 ilustra, então, as etapas do PSS que devem ser consideradas no ciclo de vida de um PSS.



**Figura 2: Ciclo de vida do PSS**

Fonte: construído pelos autores com base em Sakao et al. (2009b) e Yang et al. (2010a, 2010b).

Para o desenvolvimento do ciclo de vida do PSS, Yang et al. (2010a) destacam que o PSS deve basear-se no serviço, em que a função do produto é oferecer um serviço ao cliente. Assim, o ciclo de vida do PSS está relacionado com o ciclo de vida do produto integrado ao do serviço.

O modelo conceitual apresentado, na Figura 2, é então usado como base para a realização do trabalho de campo, neste trabalho, analisando um exemplo disponível e um PSS. No entanto, antes de conduzir esta análise, os métodos de pesquisa adotados são apresentados na próxima seção.

### 3 Métodos de pesquisa

Este trabalho de pesquisa pode ser caracterizado, predominantemente, como empírico, pois visa analisar dados de campo a partir de uma estrutura teórico-conceitual, baseada na literatura sobre PSS. O modelo conceitual mostrado na Figura 2 é a base para a análise. Dados de campo, para realizá-la, foram obtidos por meio de entrevistas informais semiestruturadas com profissionais envolvidos no modelo de negócio de PSS. Sete pessoas responsáveis pelo negócio foram ouvidas, sendo dois gerentes de desenvolvimento de produto, um gerente de operação e quatro engenheiros de pesquisa e desenvolvimento que participaram do projeto e que atuam na engenharia de produtos da empresa. A partir das anotações das entrevistas feitas na coleta de dados, o conteúdo foi relacionado a cada etapa do modelo conceitual (Figura 2). Além disso, também foi utilizado alguns elementos conceituais advindos da literatura, mostrados no Quadro 1, de modo a verificar a relação que os dados de campo têm com a teoria vigente.

Com a análise dos dados, buscou-se então compreender o funcionamento do PSS, analisando o processo de criação, desenvolvimento e uso do

Elementos da teoria para análise	Referência(s)
Requisitos do cliente	Mont (2004); Yang et al. (2010a; 2010b)
Fabricação das peças	Yang et al. (2010a; 2010b)
Montagem do produto	Manzini e Vezzoli (2002); Yang et al. (2010a; 2010b);
Implantação do PSS	Yang et al. (2010a; 2010b)
Uso pelo cliente	Unep (2004); Mont (2004); Yang et al. (2010a; 2010b)
Disposição final do produto	Mont (2004); Komoto et al. (2005); Baines et al. (2007); Yang et al. (2008); Yang et al. (2010a; 2010b); Wu e Gao (2010)

**Quadro 1: Elementos teóricos utilizados para analisar os dados do PSS**

Fonte: elaborado pelos autores com base na literatura citada.

sistema em questão, com apoio do modelo conceitual de ciclo de vida do PSS (Figura 2).

#### 3.1 PSS analisado

A empresa que lançou esse sistema há alguns anos desenvolve e fabrica produtos no setor de linha branca (eletrodomésticos). Os produtos tradicionais da empresa são desenvolvidos e vendidos aos consumidores praticamente sem serviços inclusos durante seu uso, exceto os serviços convencionais de garantia com prazo determinado. A empresa tem investido em pesquisa a fim de atender um novo nicho de mercado, visando oferecer uma inovação por meio de um novo negócio centrado em serviços de locação. A empresa pretende desenvolver outros sistemas e produtos que completem essa inovação de forma similar, fazendo parte de uma estratégia denominada de “caminho de migração” (TOLFO et al., 2010).

O exemplo utilizado neste trabalho é um modelo de negócio centrado na locação de um purificador de água (ver Figura 3), o qual foi criado para possibilitar que a empresa pudesse ingressar nesse novo nicho de mercado, no qual não atuava. Esse

nicho ainda é pouco explorado pelas organizações desse setor industrial, que vem gerando uma rentabilidade extra pela contratação desses serviços pelos consumidores (TOLFO et al., 2010).



**Figura 3: PSS (purificador de água)**

Fonte: empresa estudada (ilustração feita pelos autores).

Como ilustra a Figura 3, a empresa possui um sistema de purificador de água. Esse produto apresenta variações para uso doméstico, comercial ou industrial, em um modelo de negócio que vem sendo considerado de sucesso, conforme relatos dos gerentes responsáveis pelos negócios na empresa. A propriedade do produto é da empresa que oferece o sistema para o consumidor, em contrato de locação, mantendo o contato durante o seu uso. O desenvolvimento dos componentes do produto exemplificado é feito por empresas subcontratadas, que são especializadas em peças específicas, como no caso do filtro.

Tolfo et al. (2010) apresentam alguns relatos e discussões iniciais acerca desse negócio, colocando os pontos principais que motivaram sua criação:

- Atacar um nicho de mercado ainda não explorado.
- Ter um apelo de inovação.

- Contar com o fato de que a empresa desenvolvedora desse produto, até então, só fabricava e comercializava eletrodomésticos para venda.
- Considerar a nova estratégia da empresa focada na inserção no comércio de produtos e serviços de tratamento de água, tendo em vista a atenção mundial quanto à escassez desse elemento fundamental à saúde e à sobrevivência humana.

Tolfo et al. (2010) colocam ainda que o purificador é instalado e mantido pela empresa na residência do consumidor ou instalado em alguma empresa comercial mediante o pagamento de um valor mensal (por volta de R\$ 50,00, incluindo manutenção a cada seis meses, reparos e troca de refil sem custos adicionais). Esse valor pode variar de acordo com o modelo e nível de especificação do produto a ser disponibilizado. Conforme é colocado a seguir, são apresentados alguns aspectos relacionados ao funcionamento desse produto, considerado um sistema produto-serviço, obtidos pelos relatos de participantes do projeto do PSS e da operação do negócio.

## 4 Análise com base no ciclo de vida e relação com a teoria sobre PSS

Como mencionado, a coleta do exemplo de PSS, citado neste trabalho, utilizou-se de entrevistas com gerentes e engenheiros responsáveis pelo negócio, visando compreender o funcionamento do sistema em questão. A análise dos dados foi feita utilizando a literatura a fim de relacionar os dados empíricos coletados com as etapas propostas na Figura 2. Conforme a classificação de Tukker (2004), o exemplo tratado neste trabalho faz parte da segunda categoria de PSS, ou seja, de um “PSS orientado ao uso”, no qual há a locação

do produto. Para cada etapa mostrada na Figura 2, primeiramente, apresentam-se os dados coletados nas entrevistas e, na sequência, apresentam-se as relações desses dados com a literatura.

#### 4.1 Atendimento aos requisitos dos clientes

Ao desenvolver um produto, serviço ou um PSS, primeiramente, é importante verificar e analisar quais são as necessidades e requisitos dos clientes. Essas se refletem tanto nas especificações quanto nas condições de instalação do produto. Este último aspecto, por si só, já diferencia o PSS da venda de um produto convencional. Quanto às especificações, conforme a experiência dos consumidores no uso desse PSS e as iniciativas de inovação da empresa, vão surgindo novas oportunidades de ampliar as funções inicialmente oferecidas (por exemplo, oferecer água filtrada a temperatura normal e gelada). Uma das questões-chave para o sucesso desse tipo de sistema produto-serviço é a configuração modular do seu projeto que possibilite, sem grandes alterações, agregar outras funções e/ou modificações estéticas que possibilitem customizar e/ou renovar rapidamente o PSS. No entanto, foi identificado que o produto em questão ainda não oferece essa flexibilidade.

Em relação à instalação, a empresa se compromete a instalar o produto, porém, muitas vezes, tem que contornar situações críticas de instalação. Os produtos convencionais devem respeitar normas gerais para especificação que permitam sua instalação (como, por exemplo, o comprimento do cabo de alimentação, dimensões gerais, capacidades, etc.). Nos produtos convencionais, em geral, não é preciso se preocupar com necessidades especiais. Um exemplo das dificuldades encontradas pelo PSS em questão é a grande variabilidade de pressão da rede pública de abastecimento de água nas cidades brasileiras. Ao contrário do que ocorre em países desenvolvidos, não existe no Brasil

uma legislação que determine uma faixa fixa e suficientemente estreita de pressão da rede pública de abastecimento de água. Assim, é possível em uma mesma localidade encontrar pressões estáticas de 0,2 kgf/cm<sup>2</sup> a 4,0 kgf/cm<sup>2</sup>. Essa situação obriga que a empresa, a cada instalação, meça a pressão disponível na rede e, mediante os valores apresentados, decida pela instalação de uma bomba pressurizadora (para casos de baixa pressão) ou redutores de pressão (para o caso de pressão alta). Outras dificuldades são relacionadas à disponibilidade de ponto de água ou energia elétrica são mais facilmente resolvidas.

A relação desse negócio com a teoria está na criação de valor para o consumidor, que possibilita personalizar os serviços prestados, conforme Yang et al. (2010a). A situação identificada na coleta de dados, relacionada com a grande variabilidade de pressão da rede pública de abastecimento de água nas cidades brasileiras, pode ser considerada como uma personalização no atendimento. Outras novas oportunidades de ampliar as funções (por exemplo, oferecer água filtrada à temperatura normal e gelada, já mencionado) também pode ser considerada como uma forma de criar valor para o consumidor. Embora essa solução seja considerada simples para um produto desse tipo, é uma necessidade demandada por uma parcela significativa de clientes. Mont (2004) salienta que os consumidores precisam estar familiarizados com o modelo de negócio, ou seja, no uso do PSS, os clientes podem oferecer um retorno importante para a empresa, como no caso de sugestões de melhorias na utilização do produto. As tendências sobre o comportamento dos consumidores devem então ser observadas para, dessa forma, identificar o que pode adicionar valor para o cliente (YANG et al., 2010b).

#### 4.2 Fabricação das peças

No exemplo de PSS aqui apresentado, demonstra-se maior preocupação com a matéria-

prima utilizada para a concepção do produto, principalmente quanto à segurança e durabilidade. A partir de relatos de participantes do projeto e da operação do negócio, além de aspectos relativos aos riscos de contaminação do contato da água com as partes do produto, ainda levam-se em consideração requisitos de segurança elétrica e riscos de falhas que possibilitem um vazamento de grandes proporções. Outros aspectos importantes ligados aos materiais são a resistência quanto à corrosão e à degradação (normalmente em peças plásticas) pela ação da umidade e gorduras presentes na maioria dos locais onde esses produtos são instalados.

A seleção dos materiais também é importante à medida que, em se tratando de um PSS, haverá diversas operações de desmontagem/montagem durante a vida útil do produto, sejam para manutenção como troca de filtros ou válvulas, para limpeza interna ou atualizações estéticas ou tecnológicas. Desse modo, os materiais devem ser selecionados para permitir que não haja fadiga precoce, levando a quebra de elementos de fixação. Um exemplo são os *snaps* ou travas de engate para junção de peças plásticas muito utilizadas principalmente para fechamento externo, evitando a exposição de parafusos que esteticamente não são bem aceitos. A Figura 4 sintetiza os aspectos importantes de entrada para a fabricação do produto e as soluções resultantes desejáveis.

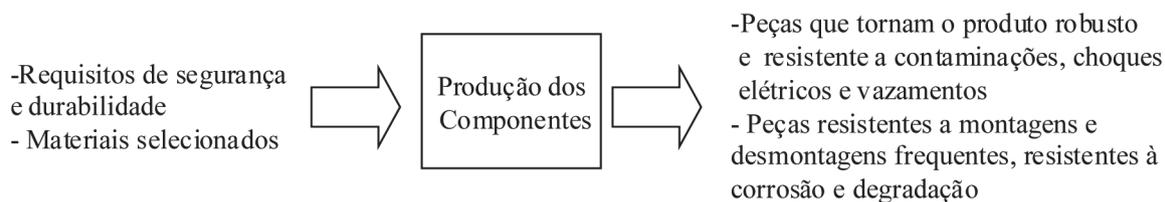
A relação do PSS com a teoria envolve a preocupação com a durabilidade do material utilizado no produto, demonstrada pela empresa. Apesar de

essa preocupação ser esperada, Yang et al. (2010a) destacam que, no caso de um PSS, um produto mais durável tende a ser mais lucrativo para o provedor do sistema. Outro aspecto importante que também está relacionado com a literatura é a preparação do produto PSS para a manutenção, atualização, reciclagem, desmontagem e reutilização (MANZINI; VEZZOLI, 2002; YANG et al., 2010a). Dessa forma, quando for necessário realizar a manutenção do produto, desmontá-lo ou oferecer algum tipo de destinação para seus componentes, é importante facilitar a reutilização ou reciclagem do produto. Também é importante planejá-lo para a destinação final já na sua concepção (YANG et al., 2010b).

### 4.3 Montagem dos produtos

Conforme relato dos participantes do projeto, o PSS em questão ainda não apresenta uma arquitetura modular eficaz que permita, por meio de interfaces padronizadas, uma alta flexibilidade na sua montagem na planta fabril. Contudo, constata-se que o conceito de montagem foi desenvolvido pensando nas manutenções em campo. Os componentes a ser substituídos periodicamente, como o filtro, são estrategicamente localizados em região de fácil acesso, permitindo ao técnico uma rápida intervenção.

Os produtos desenvolvidos para um modelo de negócio do tipo PSS devem possibilitar acesso facilitado, mecanismos simples e, ao mesmo tempo, robustos para a montagem e desmontagem, além de sistemas de conexões rápidos e de alta



**Figura 4: Aspectos importantes do PSS para o processo de fabricação do PSS estudado**

Fonte: empresa estudada.

confiabilidade. Nesse sentido, o desenvolvimento de novos produtos visando que se tornem um PSS requer uma abordagem diferenciada em relação ao desenvolvimento de um produto convencional criado somente para venda. É necessário considerar que as manutenções, na sua grande maioria, devem ser realizadas na residência do consumidor ou na empresa. Outro aspecto de projeto importante que facilita a montagem é por meio do uso de conexões hidráulicas do tipo *john guest* que, além de proporcionarem uma montagem rápida e precisa, garantem uma estanqueidade adequada por permitir que seja realizada manualmente.

A associação do PSS analisado com a teoria está na concepção de montagem que foi desenvolvida pela empresa tendo em vista as manutenções em campo. Manzini e Vezzoli (2002) destacam que é importante considerar a facilidade de montagem e desmontagem dos componentes do produto, que devem ter acesso facilitado para a manutenção, reparação, atualização e também refabricação dos produtos e componentes.

#### 4.4 Implantação do PSS

Uma vez consolidada a venda do PSS, a empresa aciona a sua equipe de serviços para designar um técnico para a instalação do purificador no ponto estabelecido pelo cliente. Conforme já colocado anteriormente, as condições de instalação, às vezes, requerem o uso de alguns dispositivos de adaptação hidráulicos (conexões especiais para tomada de água junto à torneira de uma pia de cozinha ou redes hidráulicas de um escritório, loja ou planta fabril) e/ou elétricos (troca de tomadas e/ou a necessidade de extensões seguras). O técnico, em geral, necessita ser bem capacitado pelo departamento de engenharia da empresa. Esse profissional coloca o produto em funcionamento, levando em consideração os cuidados necessários de verificar a qualidade de filtragem por meio de testes químicos (remoção do cloro) e visuais (tur-

bidez). O técnico também testa a vazão disponível, a condição de fechamento das válvulas para evitar vazamentos posteriores com o uso, dentre outras verificações. Após a instalação do produto, orienta o cliente sobre o uso e higienização do produto, além de prestar informações referentes a eventuais sintomas de mau funcionamento. Em relação às formas de pagamento, como o cliente está alugando o produto e conta com os serviços oferecidos pela empresa, o modo de pagamento é similar ao adotado por empresas como as de TV por assinatura, utilizando-se normalmente o débito automático em conta ou a emissão de um boleto bancário mensal.

A relação do PSS com a teoria está na capacitação do prestador de serviços, que precisa estar treinado para instalar e, adequadamente, orientar o cliente a utilizar o produto, evitando possíveis danos (YANG et al., 2010a). Os autores citados ainda comentam que isso faz com que o cliente sinta-se mais tranquilo, pois sabe que o produto está sendo monitorado. Esse monitoramento evita que o cliente sinta-se prejudicado caso ocorra algum dano no produto.

#### 4.5 Uso pelo cliente

Conforme dados identificados pela empresa com os usuários, principalmente clientes residenciais, observa-se um crescente interesse no uso do PSS apresentado. O aumento no número de clientes, assim como sua satisfação não se limitam apenas a utilização do purificador de água em si. O modelo de negócio vem satisfazendo também pelo fato de o cliente não ter preocupação com manutenções de qualquer natureza, pois essas são programadas e realizadas periodicamente, não deixando com que o produto apresente problemas. Além disso, cobra-se somente um valor mensal pelo seu uso.

As visitas dos técnicos na residência dos clientes ou nas empresas, em que o produto é instalado

ocorrem mediante um agendamento prévio que segue um plano preestabelecido de manutenção e monitoramento. Como a instalação do produto no local de uso já foi realizada por técnicos da própria empresa, conforme estabelecido em contrato, muitos problemas decorrentes de uma possível má instalação são evitados. Com isso, predominantemente, as visitas se dão por conta de manutenções ou inspeções programadas, embora sejam realizados reparos, se forem necessários.

Em relação à empresa, em um sistema convencional de assistência técnica ao cliente, o agendamento de um atendimento se faz diariamente, mediante as ordens de serviço que entram conforme demanda do mercado. Tem-se ainda um *mix* de produtos bastante variados e atendimento em localidades diversas geograficamente dispersas. No entanto, no caso do PSS estudado, esse modelo permite um agendamento prévio de longo prazo que racionaliza o deslocamento dos técnicos junto aos pontos de instalação. Sob o ponto de vista de otimização dos custos de roteirização, é possível estabelecer uma rota de deslocamento otimizado para cada técnico, aumentando a eficiência operacional, obviamente considerando algumas restrições de disponibilidade dos clientes.

O técnico responsável pelas manutenções *in loco*, possui um conhecimento adequado sobre o produto, principalmente por ter recebido treinamento especializado na empresa e não opera outros modelos de produtos da empresa. Em razão dessa especialidade, os técnicos também carregam poucas ferramentas, devido à racionalidade do projeto, ou seja, só transporta as que são consideradas como suficientes para realizar as manutenções necessárias, que são programadas antecipadamente.

A relação do exemplo com a teoria encontra-se no planejamento do atendimento ao cliente, o qual é feito com um plano de manutenção planejada, visando prolongar a vida útil do produto, con-

forme requisitos necessários para um PSS, como destaca Mont (2004). Um processo programado de manutenção pode diminuir a taxa de falha do produto (YANG et al., 2010a). Outro aspecto está relacionado com a melhoria do sistema, como, por exemplo, a otimização do uso dos recursos, tais como materiais e ferramentas desnecessários e serviços que não agregam valor para o cliente (UNEP, 2004).

#### 4.6 Disposição final

O fim do ciclo de vida do produto utilizado no PSS ocorre a partir do momento que este já esgotou a sua condição de reparação e atualização, podendo ser substituído por uma versão mais atualizada, retornando a anterior para a empresa. Existem algumas peças e componentes que ainda apresentam condições de uso e, após uma rigorosa avaliação, são separados e codificados para aplicações em outras unidades. As peças e componentes considerados sem condições de utilização são encaminhados aos setores de coleta e destinação correta de materiais da empresa, que faz a separação dos materiais de acordo com o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos que fabrica. A empresa desenvolveu e certificou várias empresas subcontratadas que fazem a coleta dos materiais separados e são frequentemente auditadas no objetivo de garantir uma destinação adequada dos materiais.

A relação do exemplo com a teoria está na preocupação referente à destinação adequada para o produto, quando esse chega ao final de sua vida útil ou precisa ser reparado, atualizado ou reciclado. Mont (2004) destaca que em um PSS, deve-se desenvolver um produto já pensando em sua reutilização, a fim de aumentar seu ciclo de vida. A devolução do produto ocorre quando o cliente não deseja mais o PSS, ou na sua atualização. Em ambos os casos, o produto volta para o início do ciclo para ser atualizado ou reavaliado, verificando-se

a possibilidade de ser utilizado por outro cliente. É importante destacar que no PSS, os ciclos de utilização dos produtos assim como dos materiais são fechados, reutilizando os produtos por meio da reparação e/ou atualização; e os materiais, por reciclagem.

Quanto às etapas do ciclo de vida de um PSS (Figura 2), destaca-se que, ao desenvolver esse sistema, é importante considerar todo o seu ciclo de vida, a partir do pensamento sistêmico (KOMOTO et al., 2005; BAINES et al., 2007). Dessa forma, pode-se otimizar os recursos utilizados, assim como serviços prestados. Em uma visão holística do sistema, todas as atividades que estão relacionadas com esse sistema devem ser levadas em consideração para que seja otimizado, no intuito de alcançar a sustentabilidade. Yang et al. (2008) consideram que, a partir desse pensamento sistêmico, dados referentes ao ciclo de vida do produto podem ser extraídos durante o uso e isso possibilita trazer grandes benefícios para a otimização e melhorias em todo o sistema.

#### 4.7 Destaque para a importância das relações com os clientes

Diante do sucesso decorrente da crescente satisfação dos clientes pelo PSS apresentado neste trabalho, cabe destacar que esse modelo de negócio deve estar em monitoramento constante, visando à melhoria contínua do negócio e a satisfação dos clientes atuais, bem como conquistar novos usuários. Esse tipo de modelo de negócio exige que o ciclo de vida do PSS (Figura 2), seja constantemente considerado, não somente atualizando materiais, componentes, e aspectos relacionados ao uso do produto, mas, principalmente, em relação aos serviços de atendimento personalizado ao cliente. Outro fator relevante é relativo ao entendimento sobre o cliente para compreender o que deve ser feito para melhorar o PSS, visando satisfazer continuamente suas necessidades e ex-

pectativas. Assim, o cliente torna-se leal à empresa, possibilitando aceitar novos negócios similares a esse. Essa é uma oportunidade importante para a empresa, pela fidelização do cliente e também para o próprio consumidor, pois passa a ter um atendimento personalizado. Diferentemente do que ocorre no sistema convencional de prestação de serviços de assistência técnica, em que os produtos são vendidos pela rede autorizada da empresa pesquisada, as informações de campo do sistema de purificador de água chegam com maior riqueza de detalhes. Dessa forma, há maior precisão e confiabilidade nas informações, uma vez que os técnicos têm contato direto e maior familiaridade com os produtos e as instalações típicas dos usuários.

## 5 Conclusões

A literatura sobre PSS demonstra a escassez de trabalhos que envolvem casos empíricos. Diante dessa necessidade, este trabalho busca demonstrar, ainda em um nível exploratório, uma análise de um PSS no país, com o objetivo de contribuir para pesquisas de natureza empírica. Este trabalho destaca a literatura e a operação de um PSS com base na proposta de um ciclo de vida desse sistema.

Constata-se neste trabalho que, mesmo sendo considerado pela empresa e pelos clientes do negócio como um PSS de sucesso, esse sistema apresenta algumas oportunidades de melhoria, como a necessidade das peças do produto serem desenvolvidas e a busca para facilitar sua montagem e desmontagem. Outro ponto importante, também já destacado, é a possibilidade de acesso constante ao usuário final do produto possibilitado nesse modelo de negócio. Como o cliente utiliza um sistema de purificação de água no dia a dia, pode identificar melhorias somente observadas durante o uso. Essas melhorias podem envolver, por exem-

plo, novas formas de facilitar a limpeza do produto, agregar mais funções ao sistema (dosagem da quantidade de água, monitoramento do produto via internet, indicação da vida útil do filtro, etc.) ou também a inclusão de acessórios, como utensílios a serem compartilhados com eletrodomésticos (por exemplo, cafeteira, máquina de suco).

Finalmente, cabe destacar que este trabalho encontra-se em desenvolvimento, cujas perspectivas de continuidade envolvem um aprofundamento dos dados apresentados, visando uma análise mais robusta sobre a oferta de PSS.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio do desenvolvimento do projeto de pesquisa. Agradecem também aos revisores da Revista *Exacta* pelas sugestões e recomendações para melhoria do artigo.

## Referências

- AURICH, J. C.; MANNWEILER, C.; SCHWEITZER, E. How to design and offer services successfully. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, v. 2, n. 3, p. 136-143, 2010.
- AURICH, J. C.; FUCHS, C.; WAGENKNECHT, C. Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 17, p. 1480-1494, 2006.
- BAINES, T. S. et al. State-of-the-art in product-service systems. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B. *Journal of Engineering Manufacture*, v. 221, n.10, p. 1543-1552, 2007.
- FAN, X.; ZHANG, H. Aligning Product-Service Systems with market forces. A theoretical framework. In: 2010 INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE SCIENCES, 2010, China. *Proceedings ICSS'10...* Shanghai, China: Department of Marketing, Fudan University, 2010. p. 110-114.
- GENG, X. et al. An integrated approach for rating engineering characteristic's final importance in product-service system development. *Journal Computers and Industrial Engineering*, v. 59, n. 4, p. 585-594, 2010.
- GENG, X. et al. A systematic decision-making approach for the optimal product-service system planning. *Expert Systems with Applications*. v. 38, n. 9, p. 11849-11858, 2011.
- GEUM, Y.; PARK, Y. *Development of technology roadmap for product-service system (TRPSS)*. In: IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, p. 410-414, 2010.
- GOEDKOOOP, M. J. et al. *Product Service Systems, ecological and economic basics*. Report for Dutch Ministries of Environment (VROM) and Economic Affairs (EZ), 1999.
- GU, X. J. et al. Theory and key technology of product service system. *Journal of Zhejiang University*, v. 43, n. 12, p. 2237-2243, 2009.
- HÄNSCH BEUREN, F.; FERREIRA, M. G. G.; CAUCHICK MIGUEL, P. A. Atualização da literatura vigente sobre sistemas produto-serviço (PSS): uma análise da produção qualificada entre 2006 e 2010. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 18., Bauru, SP. *Anais...* Bauru: SIMPEP, 2011.
- KIMITA, K.; SHIMOMURA, Y.; ARAI, T. Evaluation of customer satisfaction for PSS design. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 20, n. 5, p. 654-673, 2009.
- KOMOTO, H. et al. *Life Cycle Simulation for Analyzing Product Service Systems*. Delft University of Technology. IEEE. p. 386-393, 2005.
- KUO, T. C. et al. Barrier analysis for product service system using interpretive structural model. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 49, n. 1-4, p. 407-417, 2010.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2002.
- MONT, O. *Product-service systems: panacea or myth?* 2004. 259 p. Doctoral Dissertation. The International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE). Lund University, Sweden, 2004.
- MONT, O.; LINDHQVIST, T. The role of public policy in advancement of product service systems. *Journal of Cleaner Production*. v. 11, n. 8, p. 905-914, 2003.
- MORELLI, N. Developing new product service systems (PSS): methodologies and operational tools. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 17, p. 1495-1501, 2006.

- PING, W. L.; JIA, F. Analysis on supply chain of manufacturing enterprise product service system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EMERGENCY MANAGEMENT AND MANAGEMENT SCIENCES, 2010, China. *Proceedings...* China: ICEMMS, 2010. p. 126-129, 2010.
- SAKAO, T.; SANDSTRÖM, G. Ö.; MATZEN, D. Framing research for service orientation of manufacturers through PSS approaches. *Journal of Manufacturing Technology Management*. v. 20, n. 5, p. 754-778, 2009a.
- SAKAO, T.; PANSHEF, V.; DÖRSAM, E. Addressing Uncertainty of PSS for Value-Chain Oriented Service Development. In: SAKAO, T.; LINDAHL, M. (Eds.). *Introduction to product/service-system design*. London: Springer, London, 2009b. p.137-157.
- SILVA, J. S. G. *Diretrizes para o design de sistemas produto-serviço voltado ao trabalho remoto*. Dissertação (Mestrado em Design)– Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- SUNDIN, E. Life-cycle perspectives of product/service-systems: in design theory. In: SAKAO, T.; LINDAHL, M. (Eds.) *Introduction to product/service-system design*. London: Springer, 2009. p. 31-49.
- TOLFO, C.; BARROS, M. V.; FERREIRA, M. G. G. Aplicação da modelagem de processos de negócios em sistemas produto-serviço. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO-SIMPEP. 18., 2010, Bauru, SP. *Anais...* Bauru: SIMPEP, 2010.
- TUKKER, A. Eight types of product-service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. *Business Strategy and the Environment*, v. 13, n. 4, p. 246-260, 2004.
- TUKKER, A.; VAN HALEN, C. *Innovation scan for product service systems*. A manual for the development of new Product Service Systems for companies and intermediaries for the SME sector. Delft /Utrecht, Holanda. 2003. Disponível em: <[http://www.score-network.org/files/827\\_17.pdf](http://www.score-network.org/files/827_17.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2012.
- UNEP. United Nations Environment Programme. *Product-Service Systems and Sustainability: opportunities for sustainable solutions*. Milão: INDACO Department, Politecnico di Milano, 2004.
- VEZZOLI, C.; CESCHIN, F. *Learning collection: PSS Design Methodologies and tools*. Subject: PSS design methodologies. Open learning resource: Introduction to PSS design methodologies. Milão : INDACO Department, Politecnico di Milano, 2009.
- WILLIAMS, A. Product-service systems in the automotive industry: the case of micro-factory retailing. *Journal of Cleaner Production*. v. 14, n. 2, p. 172-184, 2006.
- WIMMER, R. et al. *Erfolgsstrategien für Produkt-Dienstleistungssysteme*. Berichte aus Energie-und Umweltforschung. Vienna, Austria: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2007.
- WU, Y.; GAO, J. *A Study on the Model and Characteristics of Product- Based Service Supply Chain*. IEEE. p. 1127-1131, 2010.
- YANG, X. et al. A practical methodology for realizing product service systems for consumer products. *Computers & Industrial Engineering*, v. 56. p. 224-235, 2008.
- YANG, L.; XING, K.; LEE, S. H. *A new conceptual life cycle model for result-oriented product-service system development*. School of Advanced Manufacturing and Mechanical Engineering of University of South Australia. p. 23-28, 2010a.
- YANG, L.; XING, K.; LEE, S. H. Framework for PSS from service' perspective. In: INTERNATIONAL MULTICONFERENCE OF ENGINEERS AND COMPUTER SCIENTISTS 2010, 2010. v. 3. Hong Kong. *Proceedings...* Hong Kong: IMECS, 2010b.
- YU, M.; ZHANG, W.; MEIER, H. *Modularization Based Design for Innovative Product-Related Industrial Service*. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, p. 48-53, 2008.

Recebido em 26 abr. 2012 / aprovado em 25 maio 2012

**Para referenciar este texto**

BEUREN, F. H.; AMARAL, C. E.; MIGUEL, P. A. C. Caracterização de um sistema produto-serviço com base no seu ciclo de vida: análise em um purificador de água disponível no Brasil. *Exacta*, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 13-26, 2012.