



## XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção  
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

# INTERFACES AMBIENTAIS PARA MUDANÇA DE COMPORTAMENTO E REDUÇÃO DO CONSUMO DE RECURSOS<sup>1</sup>

UTZIG, Helena (1); ROCHA, Cecilia G. (2)

(1) UFRGS, e-mail: helenautzig@gmail.com; (2) UFRGS, e-mail: cecilia.rocha@ufrgs.br

### RESUMO

Residências estão cada vez mais providas de tecnologias para facilitar a vida doméstica. Já existem dispositivos que fornecem aos usuários feedback sobre o seu consumo de recursos (água, energia, gás), ajudando-os a atingirem comportamentos mais sustentáveis. As interfaces dos dispositivos mais utilizados atualmente são analógica (utiliza gráficos e tabelas,) e digital (apresenta informação quantitativa, em números e texto). Entretanto, o feedback pode ser apresentado através da interface ambiental, formato ainda pouco explorado. Ao contrário das interfaces digitais e analógicas, a interface ambiental utiliza apenas imagens, cores, sons e luzes, sendo percebida pelo usuário de forma periférica. O objetivo deste estudo é analisar diversas interfaces ambientais existentes com base em taxonomias existentes na literatura. Com a análise das interfaces através destas taxonomias, pretende-se criar um repertório de soluções, ampliando as possibilidades de design de interfaces domésticas e contribuindo para a mudança de comportamento.

**Palavras-chave:** Interface ambiental. Mudança comportamental. Redução de consumo.

### ABSTRACT

Homes are increasingly provided technology to facilitate daily life. There are devices that provide users with feedback on their consumption of resources (water, energy, gas), helping them to achieve more sustainable behaviors. Nowadays, the interfaces most used are: analogic (quantitative information presented in graphs and tables) and digital (quantitative information presented via numbers and text). However, feedback can be also presented through ambient interface, which is yet an underexplored format. Unlike digital e analog interfaces, ambient interface uses only images, colors, sounds and lights, being perceived only peripherally. The aim of this study is to analyze existing ambient interfaces based on existing literature taxonomies. Based on such analysis, a repertory of solutions will be created, expanding the design possibilities for domestic interfaces and contributing to behavior change.

**Keywords:** Ambient interfaces. Behavior changes. Energy.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas próximas décadas o planeta enfrentará um déficit de água de 40% e projeções indicam que o consumo de energia residencial aumentará 25% (ONU, 2015). Perante esta situação, é necessário conscientizar as pessoas para que reduzam o consumo de recursos e atinjam comportamentos mais

---

<sup>1</sup> UTZIG, Helena; ROCHA, Cecilia G. Interfaces ambientais para mudança de comportamento e redução do consumo de recursos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

sustentáveis. Tecnologias, como dispositivos que medem o consumo de energia, são alternativas para ajudar as pessoas atingirem a mudança de comportamento (DARBY, 2010; FISCHER 2007). Estes dispositivos ajudam a conscientizar o usuário sobre determinado comportamento que pode não ser percebido por ele. As interfaces mais utilizados nestes dispositivos são analógica (ilustra informações através de gráficos, tabelas, colunas) e digital (apresenta informações quantitativas, através de número ou texto). Entretanto, pode-se apresentar as informações através de uma interface ambiental, formato ainda pouco explorado.

A interface ambiental utiliza apenas imagens, cores, sons e luzes, fornecendo a informação sem atrair a atenção consciente e direta do usuário (CHIANG, 2012). O modo como o dispositivo apresenta a informação é fundamental para capturar a atenção do usuário e auxiliar na modificação de seu comportamento (NAKAJIMA, 2008).

A principal justificativa para o design dos dispositivos é a redução do consumo de energia (seguindo de água e gás). Neste caso, os dispositivos visam alterar o comportamento em relação aos recursos (reduzir o consumo) do usuário, ao observar o total de seu consumo. No entanto, há poucos estudos que exploram o uso de interfaces ambientais. A maioria dos artigos (e.g. UENO, 2006; HARGREAVES, 2010) utilizam dispositivos analógicos que mostram gráficos detalhando o consumo. A pesquisa de Chiang (2012) foi uma das primeiras que comparou diferentes formatos de apresentação de dispositivos (analógico e digital), incluindo interfaces ambientais. Chiang (2012) utiliza faces (feliz e triste) para representar o consumo de energia da residência.

Outra justificativa para o design de interfaces ambientais é a alteração de tipos específicos de comportamento humano, como beber mais água ou realizar atividade física. Por exemplo, Rogers (2010) instalou luzes no piso para induzir as pessoas a utilizarem as escadas ao invés do elevador. Mesmo que estudos demonstrem que interfaces ambientais auxiliam na redução do consumo, tais estudos não deixam claro a relação da interface com o consumo reduzido, nem com as estratégias de design utilizadas (FROEHLICH, 2010). Sendo assim, conforme Froehlich et al. (2010) ao projetar dispositivos ambientais é importante considerar quais estratégias de motivação deve-se empregar, além de quais os comportamentos, em particular, o dispositivo está esperando mudar.

O objetivo deste estudo é analisar interfaces ambientais existentes com base em taxonomias disponíveis na literatura. A partir destas análises pretende-se ampliar as recomendações para o design destas interfaces, contribuindo para a mudança de comportamento do usuário.

## **2 MÉTODO DE PESQUISA**

A primeira etapa consistiu na revisão de trabalhos publicados nos últimos anos, referentes a design de interfaces ambientais. Selecionou-se trabalhos a partir da publicação de (i) Mankoff et al. (2003), que propôs diretrizes para o

design de monitores ambientais, e de (ii) artigos de revisão de literatura sobre design de dispositivos visuais. Buscou-se tais artigos em ferramentas da web como google scholar, através de palavras-chaves como design, in-home display, redução de consumo. Foram identificados 24 trabalhos relacionados a interfaces ambientais.

Na segunda etapa foram selecionadas todas as interfaces ambientais existentes nos trabalhos identificados anteriormente: Arroyo (2005); Gustafsson, 2005; Holmes, 2007; Dillahunt, 2008; Consolvo, 2009; Ham, 2009; Kappel, 2009; Shiraishi, 2009; Vossen, 2009; Fang 2010; Froehlich, 2010;; Rogers, 2010; Nakajima, 2008, 2011, 2012; Maan, 2011; Rodgers, 2011; e Nisi (2013). Com base nesta seleção obteve-se 36 interfaces, a partir da revisão de literatura de 18 referências iniciais. Devido a restrição de informações relacionadas ao funcionamento ou inadequação da interface com a definição proposta, 32 das 36 interfaces foram analisadas com base no trabalho original que apresenta a interface.

Na terceira etapa realizou-se a revisão de literatura para identificar taxonomias de classificação de interfaces ambientais. Compilou-se as classificações propostas por Nakajima e al. (2011) para apresentação da informação e conceito da interface e por Froehlich e al. (2010) com relação a mídia de apresentação (detalhes das taxonomias são apresentadas na seção 3). Na quarta etapa classificou-se as 32 interfaces ambientais identificadas em relação a duas taxonomias.

### **3 INTERFACES AMBIENTAIS E TAXONOMIAS DE CLASSIFICAÇÃO**

Duas taxonomias são utilizadas para análise das interfaces ambientais: Froehlich (2010), em relação a forma da interface e Nakajima et al. (2011), no que diz respeito ao conceito e apresentação da informação.

Froehlich e al. (2010) propõem que interfaces ambientais empregam uma variedade de mídias de apresentação. Estas mídias incluem: (i) monitores ambientais, (ii) aplicativos de telefonia móvel, (iii) jogos, e (iv) sites ou redes sociais. Desta forma, Froehlich e al. (2010), propõe uma taxonomia para classificação de interfaces ambientais vinculada à forma de apresentação desta tecnologia. Eles aborda uma categoria de interface pouco explorada em trabalhos anteriores (e. g. CHIANG, 2012; FANG, 2010).

Nakajima e al. (2011) enfatiza o conceito e apresentação da informação contida na interface, classificando-as em quatro principais categorias: (i) estratégias de incentivo, (ii) representação da informação, (iii) apresentação do feedback, e (iv) interação do usuário. Fang et al. (2010) propõem outra taxonomia, envolvendo quatro dimensões (dimensão ambiental, dimensão estética, envolvimento emocional, e metáfora) e analisa diversas interfaces. Esta taxonomia é menos abrangente que aquela proposta por Nakajima et al. (2011), visto que as dimensões propostas podem ser considerada um desdobramento de uma das principais categorias (representação da informação) de Nakajima et al. (2011). Deste modo, selecionou-se a taxonomia apresentada por Nakajima et al. (2011) para esta pesquisa.

Em relação a taxonomia de Nakajima et al. (2011), foram reduzidas as classificações referentes a duas categorias, a fim de compactar categorias muito semelhantes. Para **estímulos de feedback** considerou-se apenas as classificações em reforço positivo ou negativo e punição positiva ou negativa. Já para a categoria de **interação com o usuário**, considerou-se apenas a maneira como o usuário (seu comportamento, atividade e resposta ao estímulo) interage com o sistema: auto-relato ou detecção automática. Já na taxonomia proposta por Froehlich (2010), foi adicionada uma nova classificação, designada objeto (elemento físico com design tridimensional, podendo emitir luz e som), às quatro **mídias de apresentação** já expostas. Esta categoria foi adicionada visando complementar a taxonomia de Froehlich (2010) e definida para este trabalho pelos autores, com base nas interfaces ambientais estudadas.

#### 4 RESULTADOS

Quadro 1 – Taxonomia de interfaces ambientais

	<b>CONCEITO E APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO</b> Nakajima et al. (2011)				<b>FORMA</b> Froehlich (2010)
<b>Interface ambiental</b>	<b>Estratégia de incentivo</b>	<b>Representação da informação</b>	<b>Estímulos de Feedback</b>	<b>Interação com usuário</b>	<b>Mídia de apresentação</b>
Abstract Painting (NAKAJIMA, 2011)	físico; psicológico	metáfora	reforço negativo	detecção automática	monitor ambiental
Animation still: 7000 oaks and counting (HOMES, 2007)	social; econômico	metáfora	reforço negativo	detecção automática	monitor ambiental
Artic Ecosystem - (FROEHLICH, 2009)	social; psicológico;	metáfora; estética e empatia; agente antropométrico	reforço positivo	detecção automática	aplicativo de telefonia móvel
Clean Sink (ARROYO, 2005)	físico; social; econômico	metáfora;	reforço positivo	detecção automática	objeto
Ecoland (SHIRAIISHI, 2009)	social; econômico	metáfora; empatia; agente antropométrico	reforço positivo	auto-relato	jogo
Figure Painting (NAKAJIMA, 2011)	psicológico	metáfora; agente antropométrico	reforço positivo	detecção automática	monitor ambiental
Fish'n'Steps (LIN, 2006)	social; psicológico	metáfora; estética e empatia; agente antropométrico	reforço negativo	detecção automática	monitor ambiental
Follow-the-Lights (ROGERS, 2010)	social; psicológico; ideológico	metáfora; estética	reforço positivo	Detecção automática	objeto
HeatSink (ARROYO, 2005)	físico; social; econômico	metáfora;	reforço positivo	detecção automática	objeto
Imprint (POUSMAN,	social; econômico	metáfora	punição positiva	detecção automática	monitor ambiental

	CONCEITO E APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO Nakajima et al. (2011)				FORMA Froehlich (2010)
Interface ambiental	Estratégia de incentivo	Representação da informação	Estímulos de Feedback	Interação com usuário	Mídia de apresentação
2008)					
Infotropism display (HOLSTIUS, 2004)	social; psicológico ideológico	metáfora; estética e empatia; agente antropomórfico	reforço positivo	detecção automática	objeto
JetSam (PAULOS, 2006)	físico; social; ideológico	metáfora	punição positiva	detecção automática	objeto
Landscape Painting (NAKAJIMA, 2011)	psicológico; social	metáfora; empatia	reforço positivo	detecção automática	monitor ambiental
LED lighting MAAN (2011)	físico; psicológico;	metáfora; estética	reforço positivo	detecção automática	objeto
Mona Lisa Bookshelf (NAKAJIMA, 2008)	psicológico	metáfora; estética e empatia; agente antropométrico	punição positiva	detecção automática	monitor ambiental
PlayfulBottle (CHIU, 2009)	social; psicológico; econômico	metáfora; estética e empatia	reforço positivo	detecção automática	monitor ambiental
SeeSink (ARROYO, 2005)	físico; econômico	metáfora;	reforço positivo	detecção automática	objeto
SINAI eco-feedback system (NISL, 2013)	psicológico; ideológico	metáfora; estética e empatia	punição positivo	detecção automática	monitor ambiental
Still Life Painting (NAKAJIMA, 2011)	físico; psicológico	metáfora	reforço negativo	detecção automática	monitor ambiental
Show-me (KAPPEL, 2009)	psicológico; econômico; ideológico	metáfora	punição positiva	detecção automática	objeto
The Clouds (ROGERS, 2010)	social; psicológico; ideológico	metáfora; estética	reforço positivo	detecção automática	objeto
The Hive Design (RODGERS, 2011)	físico; psicológico;	metáfora;	punição positivo	detecção automática	monitor ambiental
The MugTree (KO, 2007)	psicológico; econômico	metáfora; estética e empatia	reforço positivo	detecção automática	monitor ambiental
The Phyllotaxis Design (RODGERS, 2011)	físico; psicológico;	metáfora;	punição positivo	detecção automática	monitor ambiental
The Pinwheel Design (RODGERS, 2011)	físico; psicológico;	metáfora;	punição positivo	detecção automática	monitor ambiental
The Power-	físico;	metáfora	punição	detecção	objeto

	CONCEITO E APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO Nakajima et al. (2011)				FORMA Froehlich (2010)
Interface ambiental	Estratégia de incentivo	Representação da informação	Estímulos de Feedback	Interação com usuário	Mídia de apresentação
aware Cord (GUSTAFSSON, 2005)	psicológico		positiva	automática	
The UbiFit Garden (CONSOLVO, 2009)	psicológico	metáfora; estética e empatia	reforço positivo	detecção automática	aplicativo de telefonia móvel
The UbiGreen Transportation (FROEHLICH, 2009)	social; psicológico; econômico	metáfora; estética e empatia	reforço positivo	detecção automática	aplicativo de telefonia móvel
Virtual Apple Tree (FROEHLICH, 2009)	social; psicológico;	metáfora; estética e empatia	reforço positivo	detecção automática	aplicativo de telefonia móvel
Virtual Aquarium (NAKAJIMA, 2008)	psicológico; social	metáfora; empatia; agente antropométrico	reforço positivo	detecção automática	monitor ambiental
Virtual Polar Bear (DILLAHUNT, 2008)	social; psicológico; ideológico	metáfora; estética e empatia; agente antropométrico	reforço positivo	auto-relato	jogo
WaterBot (ARROYO, 2005)	físico; psicológico; econômico	metáfora; estética e empatia	reforço positivo	detecção automática	objeto

Fonte: Os autores

Em relação a **estratégia de incentivo**, todas as interfaces analisadas valem-se de incentivos psicológicos, combinados ou não, com outras estratégias de incentivo. O incentivo psicológico refere-se a quaisquer técnicas motivacionais relacionadas dentro do campo mental e emocional do usuário (NAKAJIMA, 2011). Por exemplo, a interface Virtual Aquarium (NAKAJIMA, 2011) (referencia), que visa melhorar a higiene dental dos usuários. Os peixes existentes no aquário virtual são diretamente afetados pela prática de escovação, pois caso o usuário escove os dentes corretamente, os peixes procriam e prosperam. Caso contrário, os peixes são enfraquecidos, podendo até mesmo morrer.

Cerca de metade das interfaces ambientais analisadas empregam também o incentivo social. Conforme Nakajima et al. (2011), a estratégia deste incentivo é motivar o usuário através da facilitação social e comportamento em conformidade (agir em favor do consenso geral), visto que o usuário melhora o desempenho quando é observado por outra pessoa. A interface-jogo Ecoland (SHIRAISHI, 2009), objetiva o comportamento em conformidade, envolvendo toda a família na redução de emissão de CO<sub>2</sub>. Neste caso, a interface apresenta relatórios de atividade de cada integrante, representado por um avatar da ilha, sendo possível também ver as ilhas e atividades dos vizinhos.

No que diz respeito a **representação da informação**, percebe-se que agentes antropomórficos são pouco utilizados nas interfaces analisadas (8 das 32 interfaces). O uso de agentes antropomórficos (criaturas virtuais ou reais) aproxima o usuário e gera um incentivo psicológico (NAKAJIMA, 2011), pois o usuário altera o comportamento pelo engajamento emocional adquirido através do agente antropomórfico. O uso desses agentes é observado na Ecoland (SHIRAISHI, 2009), no qual cada usuário é representado por um avatar (agente antropomórfico). O jogo destina-se a reduzir os níveis de CO<sub>2</sub> emitidos, evitando que a água ao redor da ilha suba e acabe com as conquistas dos avatares. Já em Infotropism (HOLSTIUS, 2004), a interface vale-se de uma criatura real (planta) como agente antropomórfico. A planta disposta sobre lixeiras muda a direção de crescimento através de uma luz cuja intensidade varia conforme a separação do lixo. A ideia de metáfora como uma categoria de representação da informação não surpreende ao estar presente em todas as interfaces analisadas.

Fang e al. (2010), conceitua metáfora como a compreensão de um domínio conceitual em termos de outro. No âmbito da representação da informação em interfaces, a metáfora atua fornecendo uma experiência estimulante através da associação de uma ideia com a informação visual (NAKAJIMA, 2011). É o caso da interface The Power-Aware Cord, onde o protótipo utiliza um cabo luminoso que pluga-se na tomada, visando diminuir o consumo através da associação da luz do fio (informação visual) com a energia que passa da tomada para o equipamento (ideia). Ainda sobre a representação da informação, vale ressaltar a relação entre agente antropométrico e incentivo psicológico, que tornam-se categorias correlacionadas. Como no caso de FISH'N'STEP (LIN, 2006) que utiliza como agente antropométrico um peixe virtual que tem expressões faciais para demonstrar emoções. As qualidades humanas abordadas no peixe causam um engajamento emocional no usuário, que muda seu comportamento por influência das expressões faciais do peixe.

No que se refere a **estímulo de feedback**, as interfaces podem ter conteúdos que atuam de forma positiva ou aversiva, sendo dividido em reforço ou punição. O reforço (encorajar o comportamento) e a punição (desencorajar o comportamento) contêm estímulos positivos (a interface responde de forma concordante e afirmativa) ou aversivos (ocorre o inverso do esperado para a interface, que apresenta resposta desfavorável) para atingir a mudança de comportamento (NAKAJIMA, 2011). A maioria das interfaces analisadas utiliza o reforço positivo, ou seja, encoraja o comportamento do usuário. No caso da interface PlayfulBottle (CHIU, 2009), o usuário é encorajado a beber água, recebendo um estímulo positivo para que a árvore na interface ganhe mais folhas e permaneça florida. A segunda maneira mais observada pelas interfaces analisadas é a punição positiva, ou seja, ocorre o desencorajamento do comportamento do usuário, fornecendo um estímulo aversivo (NAKAJIMA, 2011).

Em relação a **interação com o usuário**, esta pode ser direta através do auto-relato (o usuário interage com a interface, relatando o consumo ou comportamento) ou indireta pela detecção automática (o consumo ou comportamento é detectado por câmeras e sensores, tornando o usuário passivo), conforme proposto por Nakajima et al. (2011). A maioria das interfaces analisadas utilizam a interação indireta, como ocorre em Show-me (KAPPEL, 2009) e Artic Ecosystem (FROEHLICH, 2009). Já a interação direta ocorre em poucas interfaces analisadas (apenas 2 das 32), como ocorre em Virtual Polar Bear (DILLAHUNT, 2008). Nesta interface ambiental, o usuário aceita ou ignora comportamentos indicados na interface que contém um urso polar em um bloco de gelo como uma motivação para a conservação de energia. O bloco de gelo cresce a medida que há compromisso aceitos e diminui a medida que o participante opta por não se comprometer com determinada ação (e.g. distribuir folhetos de sustentabilidade ambiental para amigos, dividir o carro na ida ao trabalho).

Em relação a **mídia de apresentação**, as mais recorrentes nas interfaces analisadas são: monitor ambiental (display visual eletrônico, com tela sensível ao toque ou não) e objeto (elemento físico tridimensional ou componente decorativo). Mídias pouco recorrentes nas interfaces analisadas foram: aplicativo para celulares, jogos e sites. Animation still: 7000 oaks and counting (HOMES, 2007) e The Hive Design (RODGERS, 2011) são classificados em monitores ambientais visto que a mídia de apresentação da informação utilizada é um display visual eletrônico. Já a classificação de objeto ocorre para interfaces como The Clouds (RODGERS, 2010) e Infotropism display (Holstius, 2004), através de componente decorativo e elemento físico tridimensional, respectivamente.

## 5 CONCLUSÕES

A partir da classificação das 32 interfaces ambientais compreende-se a importância de considerar as várias categorias propostas ao projetar uma interface ambiental. **Estratégia de incentivo** é uma categoria fundamental para interfaces ambientais, uma vez que essa tecnologia busca trabalhar de forma lúdica e periférica, não envolvendo a atenção focal do usuário. Nota-se que as estratégias de incentivo podem se sobrepor e não são mutuamente exclusivas, porém essenciais nas interfaces. A estratégia de incentivo que está mais presente nessas interfaces é a psicológica, uma vez que o usuário compromete-se emocionalmente com a representação da interface ou atua conforme curiosidade e inspiração.

A **representação da informação** nas interfaces analisadas é sempre composta por metáfora, combinada ou não, com outra classificação, para reforçar o interesse do usuário. Portanto, pode-se dizer que representação da informações através de metáfora é na realidade uma estratégia para o design destes dispositivos, que poderia ser incorporado ao conjunto de estratégias já existentes (e.g. MANKOFF, 2003 e CONSOLVO, 2009). Ainda sobre a representação da informação, ressalta-se a correlação entre duas classificações: agente antropométrico e incentivo psicológico. Conclui-se



que sempre que a representação da informação vale-se de um agente antropomórfico, a estratégia de incentivo será psicologia (associada ou não à outras estratégias), pois o agente (virtual ou real) provoca no usuário um engajamento emocional.

Os **estímulos de feedback**, compostos por reforços e punições, são excludentes entre si, visto que o modo de prover feedback será encorajando (reforço) ou desencorajando o comportamento (punição). A maioria das interfaces valem-se de reforços positivos, uma vez que prover um estímulo positivo é mais adequado para encorajar o comportamento desejável.

A **mídia de apresentação** da interface pode ser diversa (monitor ambiental, aplicativos de celular, jogos ou sites), porém nas interfaces analisadas a forma monitor ambiental e objeto destacaram-se. Os objetos são, de fato, uma inovação na representação da informação. Já os monitores ambientais assemelham-se a interfaces mais corriqueiras (analógica e digital), utilizando a mesma mídia para introduzir representações de informação diferenciadas.

A análise das interfaces ambientais, portanto, aprimorou os estudos de design neste campo, principalmente em relação ao conceito e apresentação da informação, assim como as formas (mídias de apresentação) possíveis para estas interfaces. Visto que é necessário considerar também o comportamento do usuário que se pretende modificar (FROEHLICH, 2010), trabalhos futuros incluem o estudo sobre o comportamento como uma possível categoria de classificação.

## REFERÊNCIAS

ARROYO, E.; BONANNI, L.; SELKER, T. WaterBot: exploring feedback and persuasive techniques at the sink. **Proconf CHI, ACM Press**. p. 631-639, 2005.

CHIANG, Teresa; NATARAJAN, Sukumar; WALKER, Ian. A laboratory test of the efficacy of energy display interface design. **Elsevier: Energy and Buildings**, v. 55, p. 471-480, 2012.

CHIU, M. C.; CHANG, S. P.; CHANG, Y.C.; CHU, H. H.; CHEN, C. C. H.; HSIAO, F. H.; KO, J. C. PlayFul Bottle: a mobile social persuasion system to motivate healthy water intake. **UbiComp**, 2009.

CONSOLVO, Sunny; McDONALD, David W.; LANDAY, James A. Theory-driven design strategies for technologies that support behavior change in everyday life. **CHI09: Human factors in computing systems**, p. 405-414, 2009.

DARBY, Sarah. Smart metering: what potential for householder engagement? **Building Research & Information**, v. 38, n. 5, p. 442-457, 2010.

DILLAHUNT, T.; BECKER, G.; MANKOFF, J.; KRAUT, R. Motivating environmentally sustainable behavior changes with a virtual polar bear. **Pervasive workshop proceedings**, p. 58-62, 2008.

FANG, Wen-Chieh; HSU, Jane Yung-jen. Design Concerns of Persuasive Feedback System. **Association for the Advancement of Artificial Intelligence**, p. 20-25, 2010.

FISCHER, Corinna. Influencing Electricity Consumption via Consumer Feedback: a review of experience. **Proceedings of the European Council for an Energy Efficient Economy (ECEEE)**, p. 1873-1884, 2007.

FROEHLICH, J. Promoting energy efficient behaviors in the home through feedback: The role of human-computer interaction. **Proc. HCIC Workshop..** p. 1-11, 2009a.

FROEHLICH, J.; CONSOLVO, S., et al. UbiGreen: Investigating a Mobile Tool for Tracking and Supporting Green Transportation Habits. **Proc. CHI'09**, p. 1042-1052, 2009b.

FROEHLICH, J.; FINDLATER, L.; LANDAY, J. The Design of Eco-Feedback Technology. **Proc. CHI 2010 April, USA**, 2010.

GUSTAFSSON, A.; GYLLENSWÄRD, M. The Power-Aware Cord: Energy Awareness through Ambient Information Display. **CHI 2005**, p.1423-1426, 2005.

HAM, J.; MIDDEN, C.; BEUTE, F. Unconscious Persuasion by Ambient Persuasive Technology: Evidence for the Effectivity of Subliminal Feedback. **Eindhoven University of Technology**, 2009.

HAM, J.; MIDDEN, C. Ambient Persuasive Technology Needs Little Cognitive Effort: The Differential Effects of Cognitive Load on Lighting Feedback versus Factual Feedback. **Springer-Verlag**, Berlin, p.132-142, 2010.

HARGREAVES, Tom; NYE, Michael; BURGESS, Jacquelin. Making energy visible: A qualitative field study of how householders interact with feedback from smart energy monitors. **Energy policy**, v. 38, n. 10, p. 6111-6119, 2010.

HOLSTIUS D.; KEMBEL, J.; HURST, A.; WAN, P.; FORLIZZI, J. Infotropism: living and robotic plants as interactive displays. **Proc. DIS'04**, p. 215-221, 2004.

HOLMES, T. G. 2007. Eco-visualization: combining art and technology to reduce energy consumption. **Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & Cognition**, p. 153-162, 2007.

KAPPEL, K.; GRECHENING, T. "show-me": Water Consumption at a glance to promote Water Conservation in the Shower. **Persuasive'09**, USA, 2009.

KO, J.C.; HUNG, Y.P.; CHU, H. Mug-tree: A playful mug to encourage healthy habit of drinking fluid regularly. **Proc. UBICOMP**, 2007.

LIN, J.; LINDTNER, M.S.; STRUB, H. Fish'n'Steps: Encouraging Physical Activity with an Interactive Computer Game. **Proceedings of the 8th International Conference on Ubiquitous Computing**, p. 261-278, 2006.

MAAN, S.; MERKUS, B.; HAM, J.; MIDDEN, C. Making it not too obvious: the effect of ambient light feedback on space heating energy consumption. **Spring-Verlag Energy Efficiency**, v. 4, p. 175-183, 2011.

MANKOFF, Jennifer; DEY, Anind K.; HSIEH, Gary; KIENTZ, Julie; LEDERER, Schott; AMES, Morgan. Heuristic Evaluation of Ambient Displays. Peripheral and Ambient Displays. **CHI 2003: New Horizons**, v. 05, n.1, 2003.

NAKAJIMA, Tatsuo; KIMURA, Hiroaki; YAMABE, Tetsuo; LEHDONVIRTA, Vili; TAKAYAMA, Chihiro; SHIRAIISHI, Miyuki; WASHIO, Yasuyuki. Using Aesthetic and Empathetic Expressions to Motivate Desirable Lifestyle. **Spring-Verlag**. Berlin, p. 220-134, 2008.

NAKAJIMA, Tatsuo; LEHDONVIRTA, Vili. Designing motivation using persuasive ambient mirrors. **Spring-Verlag** London, p.107-126, 2011.

NAKAJIMA, Tatsuo; KAWSAR, Fahim. Designing Ambient and Personalised Displays to Encourage Healthier Lifestyle. **Springer-Verlag** London, 2013.

NISI, V.; NUNES, N. J.; QUINTAL, F.; BARRETO, M. SINAIS from Fanal – design and evaluation of an art- inspired eco-feedback system. **CHIItaly**, 2013.

ONU 2015. Relatório sobre o Desenvolvimento de Água 2015: “Água para um mundo sustentável”. Disponível em: [www.nacoesunidas.org/ate-2030-planeta-pode-enfrentar-deficit-de-agua-de-ate-40-alerta-relatorio-da-onu/](http://www.nacoesunidas.org/ate-2030-planeta-pode-enfrentar-deficit-de-agua-de-ate-40-alerta-relatorio-da-onu/). Acesso em: 20 fev. 2016.

PAULOS, E.; JENKINS, T. Jetsam: exposing our everyday discarded objects. **Demo Ubicomp'06**, p. 2, 2006.

PETERSEN, D.; STEELE, J.; WILKERSON, J. WattBot: a residential electricity monitoring and feedback system. **CHI'09 EA'09 Student Design Competition**, p. 2847-2852, 2009.

POUSMAN, Z.; ROUZATI, H.; STASKO, J. Imprint, a Community Visualization of Printer Data: Designing for Open-ended Engagement on Sustainability. **Proc. CSCW'08**, p. 13-16, 2008.

RODGERS, Johnny; BARTRAM, Lyn. Exploring Ambient and Artistic Visualization for Residential Energy Use Feedback. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 17, No. 12, p. 2489-2497, 2011.

ROGERS, Yvonne. Ambient Influence: Can Twinkly Lights Lure and Abstract Representations Trigger Behavioral Change? **UbiComp'10**, p. 261-270, 2010.

SHIRAIISHI M.; WASHIO, Y; TAKAYAMA, C; LEHDONVIRTA, V.; KIMURA, H.; NAKAJIMA, T. Using Individual, social and economic persuasion techniques to reduce CO2 emissions in a family setting. **Persuasive technologies '09**, 2009.

UENO, Tsuyoshi et al. Effectiveness of an energy-consumption information system on energy savings in residential houses based on monitored data. **Applied Energy**, v. 83, n. 2, p. 166-183, 2006.

VOSSEN, S.; HAM, J.; MIDDEN, C. Social Influence of a Persuasive Agent: the Role of Agent Embodiment and Evaluative Feedback. **Persuasive technologies '09**, 2009.