



REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS CIDADES DO RIO GRANDE DO SUL: FATO OU FICÇÃO?

*Amanda Lange Salvia¹
Luciana Londero Brandli¹
Marcos Antonio Leite Frandoloso²

ENERGY EFFICIENCY IN THE CITIES OF RIO GRANDE DO
SUL: FACT OR FICTION?

Recibido el 21 de septiembre de 2015; Aceptado el 7 de junio de 2017

Abstract

The increase in urban population brings pressure to infrastructure and the environment, particularly with regard to the demand for resources and energy. Hence, energy efficient can be considered a priority in the management of cities, in order to seek sustainability. The aim of this paper is to discuss the current state of energy efficiency in the cities of Rio Grande do Sul. Three aspects are taken into account: the in-depth analysis of the cities of Passo Fundo, Porto Alegre and Santa Maria; use of indicators of the project Prerequisites for the sustainability of the municipalities of Rio Grande do Sul (PRESUST-RS); the comparison of state data with national and with Germany as benchmark data. The results point to positive aspects of cities in terms of efficiency, but also suggest deficiencies that indicate points to receive more attention from the public administration, contributing to a more efficient consumption. Still, the benchmark analysis implies that the energy efficiency of the cities under study is closer to fiction than reality, especially in terms of renewable energy supply.

Key Words: electricity consumption, energy efficiency indicators, sustainable cities.

¹ Programa de Pós-Graduação Engenharia Civil e Ambiental (PPGENG), Universidade de Passo Fundo, Brasil

² Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Brasil

* Autor correspondente: Universidade de Passo Fundo, Bairro São José, BR 285, CEP 99052-900, Passo Fundo/RS, Brasil.

Email: amandasalvia@gmail.com

Resumo

O aumento da população urbana traz pressões para a infraestrutura e para o ambiente, principalmente no que diz respeito à demanda por recursos e energia. Assim, energia eficiente pode ser considerada uma prioridade na gestão das cidades, a fim de buscar a sustentabilidade. O objetivo deste trabalho é discutir o estágio atual da eficiência energética nas cidades do Rio Grande do Sul. Para tanto, são considerados três aspectos: a análise em profundidade das cidades de Passo Fundo, Porto Alegre e Santa Maria; o uso de indicadores do projeto Pré-requisitos para a Sustentabilidade dos municípios do Rio Grande do Sul (PRESUST-RS); a comparação dos dados do estado com os dados nacionais e tendo a Alemanha como benchmark. Os resultados apontam para aspectos positivos das cidades em termos de eficiência, mas sugerem também deficiências que indicam pontos a receber maior atenção por parte da gestão pública, contribuindo para um consumo mais eficiente. Ainda, a análise do benchmark implica que a eficiência energética das cidades em estudo se aproxima mais da ficção do que da realidade, principalmente em termos de oferta de energia renovável.

Palavras chave: cidades sustentáveis, consumo de energia, indicadores de eficiência energética.

Introdução

O desenvolvimento sustentável e a preocupação com o meio ambiente têm se tornado tópicos cada vez mais constantes na sociedade atual. Atualmente, a maioria das pessoas vive nas cidades e a previsão para as próximas décadas é que a população urbana cresça uma proporção de 1.4 bilhões – de 3.5 bilhões em 2010 para 4.9 bilhões em 2030. Outro dado importante é que esta projeção é justamente para cidades de médio porte em países em desenvolvimento (United Nations, 2013). No Brasil, a população urbana chega a 85%, enquanto que no estado do Rio Grande do Sul este valor é ainda maior, atingindo níveis próximos a 90% (IBGE, 2010). À medida que as cidades vão crescendo em tamanho e população, cresce também a dificuldade de se manter o equilíbrio espacial, social e ambiental (Programa Cidades Sustentáveis, 2012). Neste ritmo, a demanda por alimentos, recursos, água e energia só tende a aumentar, fazendo-se aumentar também a preocupação com a sustentabilidade da vida urbana. Há uma previsão de que em 2030, as cidades estejam demandando 73% da energia global (United Nations, 2013).

As demandas de energia representam um problema global que deve apresentar soluções energéticas locais, como programas de energia sustentável nas cidades (Radulovic et al., 2011). Desta forma, será possível satisfazer as exigências de mitigação das mudanças climáticas e também garantir segurança energética nos municípios. Energia eficiente é a máxima prioridade na mudança para um padrão de energia sustentável. Nesse contexto, as cidades possuem papel central na transição para a sustentabilidade: como gestoras de serviços e utilidades interdependentes, são responsáveis por integrar soluções necessárias para avançar em eficiência energética (United Nations Environment Programme, 2015).

Com foco em energia, Street (2015) aborda as crises que vem afetando todo o Brasil desde 2001, passando por outras crises em 2010 e 2012, e mais recentemente em 2015, com o setor elétrico

em grandes dificuldades. Neste contexto, indica tais eventos como resultado de um modelo que não prioriza a eficiência, tanto em nível nacional quanto municipal. No âmbito nacional, percebe-se maior enfoque à produção de energia, a fim de cumprir com a demanda, do que a programas de eficiência ao fim da cadeia, visando à redução do consumo. Já no âmbito municipal, de modo geral, percebe-se pouca atenção às questões de eficiência, possivelmente em função dos estudos que tais ações demandam, sem mencionar a necessidade de incentivos financeiros.

No âmbito nacional, o Plano Nacional de Eficiência Energética - PNEf (Brasil, 2011) define a eficiência energética como as “ações de diversas naturezas que culminam na redução de energia necessária para atender as demandas da sociedade por serviços de energia sob a forma de luz, calor/frio, acionamento, transportes e usos em processos”. Apresenta-se como objetivo, neste sentido, “atender as necessidades da economia com menor uso de energia primária, e, portanto, menor impacto da natureza”. Com o PNEf, o governo brasileiro propôs pautas para os distintos setores para a cultura da racionalização e conservação de energia, bem como a implantação de projetos efetivos para a eficiência energética, além de fomentar a formação dos recursos humanos, a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias. No entanto, o documento ainda se encontra em fase de consulta pública e discussões.

Além disso, o uso de células de captação de energia solar não está contemplado nestes planejamentos estratégicos, embora disponha de um grande potencial de exploração em todo o vasto território nacional, com uma boa uniformidade e com medias anuais relativamente altas da irradiação global, apesar dos diferentes contextos climáticos. O Atlas Brasileiro de Energia Solar (Pereira et al., 2006) aponta as irradiações globais médias entre 5.2 kWh/m² na região sul e 5.9 kWh/m² na região nordeste.

Por outro lado, a eficiência energética está no topo da agenda europeia. Um dos objetivos do Plano da União Europeia 20-20-20 é melhorar a eficiência energética em 20% até 2020 (European Commission, 2010). Torgal (2013) reforça a preocupação da União Europeia com esta temática, apontando suas estratégias para redução de consumo de energia, o que vem a contribuir para menor emissão de gases de efeito estufa e também para a sustentabilidade. Neste contexto, países europeus vem a representar modelos de atuação a serem seguidos. Conforme Kilkis (2016), a difusão das melhores práticas de cidades pode permitir a melhoria da sustentabilidade de outras, por meio de benchmarking, que contribui para a aprendizagem e pela busca de maior eficiência, sendo um modelo de referência para outras cidades em estudo.

O Projeto Pré-requisitos para a sustentabilidade dos municípios do Rio Grande do Sul - PRESUST-RS (Salvia et al., 2015; Brandli et al., 2016) atua na temática de desenvolvimento sustentável, investigando e discutindo ações e práticas locais que venham a melhorar a qualidade de vida da população. O projeto surgiu com o intuito de difundir estas práticas sustentáveis e sensibilizar a

comunidade do sul do Brasil sobre a importância de sua participação, tendo em vista que o desenvolvimento sustentável tem sido mais um conceito do que uma prática realizada.

O objetivo deste artigo é discutir o estágio atual da eficiência energética nas cidades do estado do Rio Grande do Sul, e isto é realizado considerando-se três aspectos: a análise em profundidade das cidades de Passo Fundo, Porto Alegre e Santa Maria; o uso de indicadores do projeto PRESUST-RS; e a comparação dos dados do estado com os dados nacionais, tendo a Alemanha como benchmark. A escolha da Alemanha como país de comparação tem como pressuposto, além da participação de uma universidade deste país no projeto, o seu reconhecimento como um dos top 10 “green countries” no mundo, considerando indicadores de desenvolvimento sustentável (Dual Citizen LLC, 2014).

Metodologia

Projeto PRESUST

O PRESUST-RS é uma parceria entre três universidades gaúchas e uma alemã, sendo elas a Universidade de Passo Fundo (UPF), a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a Hamburg University of Applied Sciences (HAW). Todas contribuem em conjunto para o projeto que está sendo desenvolvido desde o início de 2015, com objetivo principal de investigar pré-requisitos para os municípios se tornarem mais sustentáveis, a fim de estimular medidas locais e/ou regionais que sejam adequadas às especificidades do estado do Rio Grande do Sul (Salvia et al., 2015).

A primeira etapa do projeto consistiu na limitação dos municípios em estudo, os quais foram definidos como Passo Fundo, Santa Maria e Porto Alegre, em função do fluxo de pessoas nos municípios do entorno e por serem municípios-sede das universidades participantes do projeto. A Tabela 1 apresenta algumas informações destes municípios.

Tabela 1. Municípios em estudo e suas principais características

Município	População estimada (2015)	Área (2015)	Principais características
Passo Fundo	196739 hab.	783.42 km ²	Localizado em região que representa rota de exportação e importação, sua infraestrutura urbana é caracterizada por equipamentos institucionais, educacionais e de saúde em maior número.
Porto Alegre	1476867 hab.	496.68 km ²	Capital do estado do Rio Grande do Sul, é polo da região metropolitana em que se localiza, caracterizando-se pela heterogeneidade em seus setores econômico e territorial.
Santa Maria	276108 hab.	1781.76 km ²	A região é polo ferroviário e econômico, com função militar e educacional predominante. A economia do município está centrada no ramo de serviços, seguido pela agropecuária e pela indústria.

Fonte: Adaptado de Seplan (2014), IBGE (2016).

Os eixos temáticos abordados no projeto PRESUST-RS foram definidos para caracterizar a sustentabilidade urbana: resíduos sólidos, mobilidade urbana, energia (subdividida ainda em matriz energética e eficiência energética), planejamento urbano, sócio sustentabilidade e educação para a sustentabilidade. Para cada eixo, o projeto propôs o diagnóstico das três cidades, por meio da utilização de indicadores e coleta de dados referentes às principais características de cada uma. Com este diagnóstico, é possível analisar a sustentabilidade dos municípios frente à cada eixo e identificar suas potencialidades e deficiências.

Indicadores de Eficiência Energética

A definição dos indicadores do eixo de eficiência energética foi baseada no referencial do programa Cidades Sustentáveis, cujo objetivo é a busca pelo desenvolvimento sustentável nos municípios brasileiros (Programa Cidades Sustentáveis, 2012), e também no Observatório da Cidade de Porto Alegre (Observa POA, 2015), que é uma base de dados e indicadores deste município. Estes indicadores foram definidos considerando-se a comparabilidade de seus resultados ao longo do tempo e entre as cidades. Ainda, foi considerada a representatividade dos mesmos, como sugere a NBR 37120 (International Organization for Standardization, 2014). Fazendo-se a seleção e adaptação dos indicadores para a realidade das cidades em estudo, foi possível formar um grupo de 12 indicadores de eficiência energética, sendo 7 absolutos e 5 relativos, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Indicadores de eficiência energética adotados no projeto PRESUST-RS

Indicadores absolutos	Indicadores relativos
Consumo total de energia elétrica	Consumo de energia elétrica total per capita
Consumo de energia elétrica por setor (residencial, industrial e comercial)	Taxa percentual do aumento do consumo de energia elétrica total (2007/2012)
Número total de consumidores	Taxa percentual do aumento do número total de consumidores
Número de consumidores por setor (residencial, industrial e comercial)	Percentual de domicílios com energia elétrica da companhia distribuidora
Consumo de energia por unidade consumidora setorial (residencial, industrial e comercial)	Percentual de domicílios com iluminação pública
	Tarifa residencial de energia elétrica
	Percentual da oferta interna de energia elétrica produzida por fontes renováveis

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme Nilsson *et al.* (2007), indicadores absolutos são de foco primário, servindo para análise de performance ao longo de certo período de tempo; já os relativos demonstram uma performance relativa ao tamanho do objeto em estudo, ou seja, os absolutos são úteis para se diagnosticar a situação global e os relativos para se indicar melhorias em eficiência, sendo ambos importantes para a avaliação a ser realizada.

Avaliação dos indicadores

O diagnóstico dos municípios, acerca de sua eficiência energética, foi realizado com base nos indicadores absolutos, que pela sua característica de avaliação temporal, incluíram a análise dos anos de 2007 e 2012. Além do diagnóstico realizado para cada município, também fez-se a análise acerca da eficiência energética perante o estado, sendo comparados os indicadores relativos dos municípios com dados do Rio Grande do Sul. Além disso, considerando a Alemanha como benchmark em termos de sustentabilidade e eficiência energética, também foram discutidos os indicadores deste país comparando-se com os resultados obtidos para o Brasil.

Coleta de dados

A Tabela 3 apresenta a fonte de coleta dos dados para o estudo e também o ano base destas informações.

Tabela 3. Indicadores de eficiência energética e sua fonte de coleta de dados e ano de referência

Indicadores	Fonte dos dados			
	Municípios	Estado	Brasil	Alemanha
Consumo de energia elétrica total <i>per capita</i>	Fundação de Economia e Estatística – 2012 (FEE, 2015)		Anuário Estatístico de Energia Elétrica – ano base 2012 (EPE, 2013)	The World Factbook – 2012 (CIA, 2015)
Consumo total de energia elétrica	Fundação de Economia e Estatística – 2007 e 2012 (FEE, 2015)		-	-
Taxa percentual do aumento do consumo de energia elétrica total (2007/2012)	Fundação de Economia e Estatística – 2012 (FEE, 2015)		Anuário Estatístico de Energia Elétrica – ano base 2012 (EPE, 2013)	The World Factbook – 2012 (CIA, 2015)
Consumo de energia elétrica por setor (residencial, industrial e comercial)	Fundação de Economia e Estatística – 2007 e 2012 (FEE, 2015)		-	-
Número total de consumidores	Fundação de Economia e Estatística – 2007 e 2012 (FEE, 2015)		-	-
Taxa percentual do aumento do número total de consumidores (2007/2012)	Fundação de Economia e Estatística – 2007 e 2012 (FEE, 2015)		Anuário Estatístico de Energia Elétrica – ano base 2012 (EPE, 2013)	-
Número de consumidores por setor	Fundação de Economia e Estatística – 2007 e 2012 (FEE, 2015)		-	-
Consumo de energia por unidade consumidora setorial	Fundação de Economia e Estatística – 2007 e 2012 (FEE, 2015)		-	-
Percentual de domicílios com energia elétrica da companhia distribuidora	Censo demográfico 2010 (IBGE, 2010)			The World Bank - 2010 (The World Bank, 2015)
Percentual de domicílios com iluminação pública	Censo demográfico 2010 (IBGE, 2010)			-
Tarifa residencial de energia elétrica (média anual)	Agência Nacional de Energia Elétrica – ano base 2013 (ANEEL, 2015)			U.S. Energy Information Administration – 2013 (EIA, 2013)
Percentual da oferta interna de energia elétrica produzida por fontes renováveis	Balanço Energético do Rio Grande do Sul – ano base 2012 (Capeletto e Moura, 2013)		Balanço Energético Nacional – ano base 2012 (EPE, 2013)	The World Bank - 2012 (The World Bank, 2015)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para os dados nacionais, os indicadores foram coletados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e na Fundação de Economia e Estatística (FEE). Além disso, utilizaram-se também dados fornecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Balanço Energético Nacional, e o Anuário Estatístico de Energia Elétrica.

Para os dados internacionais, utilizaram-se resultados do The World Factbook e do The World Bank, e dados apresentados pela agência U.S. Energy Information Administration (EIA). A escolha dos anos base foi realizada de acordo com a disponibilidade de informações para todos os locais em estudo no mesmo período analisado, para que a avaliação fosse passível de ser realizada.

Resultados

A Tabela 4 apresenta os dados dos indicadores absolutos para as cidades pesquisadas. A avaliação dos indicadores de Passo Fundo denota o crescimento no consumo de energia elétrica em conformidade com o também aumento no número de consumidores entre 2007 e 2012. Do total de consumidores de energia elétrica, a grande maioria é de consumidores residenciais, também sendo observado o aumento nos últimos anos; a exceção está no setor industrial, que apresentou redução expressiva em seu número de consumidores, possivelmente em função de mudanças internas com a companhia distribuidora de energia, referente à cadastramento.

Tabela 4. Indicadores absolutos de eficiência energética do projeto PRESUST-RS

Indicadores		Passo Fundo		Porto Alegre		Santa Maria		Unidade
		2007	2012	2007	2012	2007	2012	
Consumo total de energia elétrica		366115	454063	2877185	3590739	411714	511795	MWh
Consumo de energia elétrica por setor	Residencial	113785	140437	1188227	1248579	202337	254337	MWh
	Industrial	104131	115898	325195	361124	40085	49648	
	Comercial	84835	111922	1232667	1590952	99561	128769	
Número total de consumidores		65880	77866	528784	570665	96122	108963	un.
Número de consumidores por setor	Residencial	57856	69004	463825	488362	86364	98419	un.
	Industrial	1109	529	4265	4261	677	442	
	Comercial	6408	7722	58943	76233	6157	6900	
Consumo de energia por unidade consumidora setorial	Residencial	1967	2035	2562	2557	2347	2584	kWh/ unidade consumidora
	Industrial	93896	219089	76247	84751	59210	112326	
	Comercial	13239	14494	20913	20870	16170	18662	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Porto Alegre possui um valor de consumo total de energia elétrica de maior ordem de grandeza do que as demais cidades em estudo justamente em função de seu maior porte em termos comerciais e industriais e também pela maior população. Assim como observado em Passo Fundo, a capital do estado também demonstrou aumento em número de consumidores e consumo total de energia, além do mesmo aumento para os consumos setoriais. A maior fração de consumo fica por responsabilidade do comércio, seguida pelo setor residencial e com menor contribuição está o setor industrial. Quanto ao consumo por unidade consumidora setorial, verificam-se valores praticamente iguais em 2007 e 2012, com maior variação para a indústria, que assim como em Passo Fundo, é o setor que, em média, mais consome energia por unidade.

Apesar das semelhanças entre Santa Maria e Passo Fundo, o primeiro é um município com maior população, então observa-se também maior consumo total e maior número de consumidores. A maior diferença está nos consumos de cada setor: além da maior diferença entre as quantidades de energia elétrica consumidas, em Santa Maria a indústria é o setor com menor contribuição ao consumo, e a contribuição do setor residencial é ainda maior. Além disso, pode-se verificar que Santa Maria apresentou aumento nos consumos setoriais também para residências e comércio, e que possuía, em 2012, o maior consumo de energia elétrica por residência de todos os municípios analisados. Esta característica pode indicar maior necessidade de incentivos à eficiência no consumo residencial nesta cidade.

Certas diferenças observadas são justificadas pelas características de cada município, como o destaque para maior atividade industrial, como é o caso de Passo Fundo, ou por ter destaque universitário que atrai maior número de residentes, como ocorre em Santa Maria. Por este motivo, em 2012, o setor residencial em Passo Fundo foi responsável por 30% do consumo total de energia elétrica, enquanto que em Porto Alegre este valor é de 35% e em Santa Maria chega a 50%. Já a fração consumida pela indústria é igual na capital e em Santa Maria correspondendo a 10% contra 25% em Passo Fundo. Porto Alegre lidera o consumo comercial de energia, sendo este 44% do total, enquanto que em Passo Fundo e Santa Maria este percentual é de apenas 25%. Os setores com consumo menos representativos ao total incluem o rural, público e ainda os consumos da própria companhia distribuidora.

A Tabela 5 apresenta os dados dos indicadores relativos para as cidades pesquisadas, e também para o Rio Grande do Sul, Brasil e Alemanha. Passo Fundo e Porto Alegre possuem os maiores consumos de energia elétrica total *per capita*, sendo ainda maiores que a média estadual. Já Santa Maria é o município com menor consumo *per capita*, mesmo possuindo um dos maiores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) analisados (0.784 frente a 0.776 de Passo Fundo, 0.805 de Porto Alegre e 0.746 do Rio Grande do Sul) (IBGE, 2016). A Alemanha possui consumo *per capita* aproximadamente três vezes maior que a média brasileira, o que é justificado em função do IDH, além da própria relação de qualidade de vida com o consumo de energia elétrica, conforme Quedraogo (2013).

Tabela 5. Indicadores relativos de eficiência energética do projeto PRESUST-RS

Indicadores	Passo Fundo	Porto Alegre	Santa Maria	RS	Brasil	Alemanha	Unidade
Consumo de energia elétrica total <i>per capita</i>	2422	2533	1941	2380	2545	6697	kWh/hab./ano
Taxa percentual do aumento do consumo de energia elétrica total (2007/2012)	24.0	24.3	12.5	21.3	20.9	3.8	%
Taxa percentual do aumento do número total de consumidores (2007/2012)	18.2	13.4	7.9	0.5	18.5	-	%
Percentual de domicílios com energia elétrica da companhia distribuidora	99.6	99.3	99.0	99.6	99.0	100	%
Percentual de domicílios com iluminação pública	97.0	94.0	96.0	96.8	96.3	-	%
Tarifa residencial de energia elétrica	0.35	0.32	0.26	0.35	0.33	0.35	R\$/kWh
Percentual da oferta interna de energia elétrica produzida por fontes renováveis	77.5	77.5	77.5	77.5	79.3	22.9	%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Walter (2007) defende que apesar da correlação entre indicadores de qualidade de vida e o consumo de energia elétrica per capita, existem outros fatores relacionados ao maior consumo, como a localização em regiões mais frias do globo e existência de indústrias que de fato demandam maior quantidade de energia.

Conforme definido pelo projeto PRESUST, o indicador taxa percentual do aumento do consumo de energia elétrica total foi calculado com base em um intervalo de 5 anos, de 2007 para 2012. Então, neste período, observa-se resultado bastante semelhante ao indicador anterior: Passo Fundo e Porto Alegre com maiores taxas e Santa Maria com a menor delas, menor ainda do que a média estadual, representando metade dos valores obtidos pelos outros municípios.

Comparando-se a taxa de aumento do consumo entre Brasil e Alemanha, verifica-se o país desenvolvido tendo o aumento menos expressivo, possivelmente em função de medidas de controle de consumo e incentivo à eficiência desde a implementação de práticas do programa Europa 2020, que possui o aumento de 20% em sua eficiência energética como um de seus objetivos (European Commission, 2010).

A taxa percentual do aumento no número de consumidores representa o aumento no número total destes, que englobam os residenciais, comerciais, industriais, rurais e do setor público no mês de dezembro do ano em estudo. O resultado mostra que Passo Fundo é, dentre os municípios, o que mais cresceu em número de consumidores, seguido por Porto Alegre. Santa Maria, mantendo o padrão observado nos indicadores anteriores, possui a menor taxa de crescimento. A média do Rio Grande do Sul indica aumento percentual quase nulo, mostrando que os municípios em estudo apresentam comportamento bastante diferente ao padrão estadual, tendendo a se assemelhar mais ao comportamento nacional.

O indicador referente ao percentual de domicílios com energia elétrica da companhia distribuidora possui resultados bastante próximos, em torno de 99% para os municípios, o estado e o Brasil. Neste indicador, o *benchmark* representa a totalidade de domicílios recebendo energia elétrica da companhia distribuidora, o que de fato é a situação ideal, visto que qualquer percentual de não recebimento, por menor que seja, indica um considerável número de residências sem o acesso ao serviço de energia com qualidade e segurança.

O mesmo pode ser considerado para o percentual de domicílios com iluminação pública, que na verdade, apresenta menor percentual de acesso e conseqüentemente maior preocupação, principalmente para Porto Alegre, com a menor cobertura dentre os municípios. Passo Fundo e Santa Maria se aproximam das médias estadual e nacional, que fica em torno de 96%. Considerando a importância que a iluminação pública tem para as cidades, e como a equidade ao acesso faz parte da eficiência energética, a busca pela totalidade desse indicador é essencial.

O valor da tarifa é um dos indicadores com menor diferença entre os locais avaliados. Em 2013, o ano de avaliação deste indicador, Santa Maria possuía a menor tarifa do grupo, o que por um lado representa uma tarifa com maior modicidade, porém sabe-se que maiores tarifas tendem a estimular mais medidas de eficiência energética (European Commission, 2015). Passo Fundo e Porto Alegre apresentam valores próximos à média estadual, e quando se compara Brasil e Alemanha, seus valores são também semelhantes, com o país desenvolvido apresentando tarifa apenas 6% maior. Tal resultado mostra que, pelo menos em termos de valor de tarifa contribuindo para a eficiência, a situação nacional se aproxima da alemã.

O percentual da oferta interna de energia elétrica produzida por fontes renováveis é um dos indicadores mais importantes para a eficiência energética. Foi considerado o mesmo valor estadual para os municípios em função de que a geração de energia no Rio Grande do Sul é interconectada, e, portanto, a diferenciação por oferta de cada fonte e por cidade fica inviável. Então, observa-se que os municípios e o estado possuem 77.5% de sua oferta de energia elétrica oriunda de fontes renováveis, o que já é um número bastante alto, representando ponto positivo em termos de eficiência. O Brasil possui resultado ainda maior, com 84.5%, superior ao resultado do *benchmark*, que possui apenas 22.9% de sua oferta de energia elétrica produzida por fontes renováveis.

Este panorama exige discussões acerca do potencial de geração de energia em cada país, principalmente por parecer, em um primeiro momento, maior eficiência energética por parte do Brasil. A predominância de fontes renováveis na matriz elétrica do país se deve ao seu grande potencial hídrico, e também à sua grande área, que favorece a forma de geração hidráulica. Por outro lado, conforme Costa e Valadão (2015), frente à crise hídrica nacional, fontes de energia poluentes e não-renováveis tendem a ampliar a sua participação na composição da matriz, em prejuízo à efetivação da ideia de “sustentabilidade”. Além disso, o critério de classificação das fontes de energia em limpas e não-limpas considera a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera, não mensurando a produção de poluentes liberados pela decomposição da vegetação submersa, problema específico do modelo hidrelétrico de grandes reservatórios adotado nacionalmente.

Os dados do Balanço Energético do Rio Grande do Sul (Capeletto e Moura, 2013) mostram que a oferta interna de energia elétrica é de 71% para usinas hidrelétricas, 7% de energia eólica e o alto valor de 22% para carvão mineral, fonte não renovável e bastante impactante, que tende a ter sua participação aumentada em episódios de crise hídrica. Ainda, o recente Plano Energético do Rio Grande do Sul relembra que o estado ainda não possui nenhuma medida política com foco em eficiência energética, estando dependente de medidas nacionais (Secretaria de Minas e Energia, 2016).

Além disso, enquanto que o Brasil vem apresentando recentemente redução de sua composição renovável na matriz elétrica, por crises hídricas, a Alemanha aumenta a sua participação renovável, com incentivos à geração eólica e solar, simbolizando reais ações de eficiência energética (Blazejczak *et al.*, 2014).

Conclusões

A análise dos indicadores do projeto PRESUST-RS aponta para conclusões que posteriormente podem ser utilizadas a fim de propor medidas de sustentabilidade e eficiência energética nas cidades em estudo.

Os indicadores absolutos indicam aumento no consumo de energia, o que deve ser foco de atenção para que se busque maior eficiência, consumindo a mesma quantidade ou ainda menos para mesma qualidade de vida ou produtividade, conforme o setor. O maior consumo por unidade setorial industrial, independente do município, indica que a indústria é um setor com alto potencial de economia de energia, mesmo com pequenas modificações que venham a contribuir para a redução de consumo.

Ainda de acordo com os indicadores, Porto Alegre e Passo Fundo apresentam resultados bastante semelhantes, enquanto que Santa Maria de destaca em termos de eficiência por menores consumos e menores taxas de aumento de consumo e número de consumidores. Por outro lado, este município possui um valor de percentual de domicílios com energia elétrica da companhia distribuidora um pouco inferior às demais cidades, o que representa ponto negativo em termos de sustentabilidade.

Ao se verificar indicadores da Alemanha, atuando como *benchmark*, algumas discussões foram levantadas, como a eficiência das cidades em termos de consumo *per capita* e oferta interna de energia elétrica renovável. Em um primeiro momento, as cidades em estudo podem parecer mais energeticamente eficientes que o próprio *benchmark*, porém, ao se avaliar fatores como qualidade de vida e principalmente matriz energética, conclui-se que a eficiência energética das cidades se aproxima mais da ficção do que da realidade, devendo haver mais investimentos em termos de energia renovável, como na Alemanha.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Capes pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa, por meio do processo 88881.068119/2014-01.

Referências bibliográficas

- Alonso, J.A.F. (2009) A emergência das aglomerações não metropolitanas no Rio Grande do Sul. *Indicadores Econômicos FEE*, **37**(3), 1-20. Acesso em 10 de abril de 2016, disponível em: <http://revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/view/2358/2713>
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica (2016) *Tarifas residenciais*. Acesso em 20 de dezembro de 2015, disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493>
- Blazejczak, J., Braun, F.G., Edler, D., Schill, W. (2014) Economic Effects of Renewable Energy Expansion: A Model-Based Analysis for Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **40**, 1070-1080.
- Brandli, L.L., Salvia, A.L., Frandoloso, M.A.L., Leal Filho, W. (2016) Prerequisites for the sustainability of municipalities in Rio Grande do Sul – Brazil: a project to foster Sustainable Development, *3rd World Symposium On Sustainable Development At Universities*, Cambridge, Estados Unidos.
- Brasil, Ministério de Minas e Energia (2011) *Plano nacional de eficiência energética: premissas e diretrizes básicas*. Acesso em 24 de março de 2016, disponível em: <http://www.orcamentofederal.gov.br/projeto-esplanada-sustentavel/pasta-para-arquivar-dados-do-pes/Plano Nacional de Eficiencia Energetica.pdf>
- Capelletto, G.J., Moura, G.H.Z. (2013) *Balanco Energético do Rio Grande do Sul 2013: ano base 2012*. Porto Alegre: Grupo CEEE / Secretaria de Infra-Estrutura e Logística do Rio Grande do Sul.
- CIA, Central Intelligence Agency (2015) *The World Factbook*. Acesso em 20 de janeiro de 2016, disponível em: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>
- Costa, I., Valadão, J. (2015) Matriz energética elétrica brasileira: considerações sobre as fontes que a compõem em uma noção ampla de sustentabilidade. *Revista de Direito da Cidade*, **7**(2), 626-668.

- Dual Citizen LLC (2014) *The Global Green Economy Index – GGEI 2014: Measuring National Performance in the Green Economy*. Acesso em 4 de fevereiro de 2016, disponível em: <http://www.dualcitizeninc.com/global-green-economy-index/>
- EIA, Environmental Protection Agency (2013) *European residential electricity prices increasing faster than prices in United States*. Acesso em 20 de janeiro de 2016, disponível em: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=18851#>
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética. (2013) *Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2013: ano base 2012*. Acesso em 2 de dezembro de 2015, disponível em: http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/20130909_1.pdf
- European Commission (2010) *Europe 2020: A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth*. Acesso em 26 de janeiro de 2016, disponível em: <http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%20%20007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf>
- European Commission (2015) *Country Report Germany 2015*. Acesso em 25 de janeiro de 2016, disponível em: http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/csr2015/cr2015_germany_en.pdf
- FEE, Fundação de Economia e Estatística (2015) *Dados abertos*. Acesso em 10 de janeiro de 2016, disponível em: <http://dados.fee.tche.br/>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) *Censo demográfico*. 2010. Acesso em 16 de outubro de 2015, disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016) *Cidades@*. Acesso em 10 de junho de 2016, disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>
- International Organization for Standardization (2014) NBR 37120: Sustainable development of communities - Indicators for city services and quality of life. Geneva.
- Kilkis, S. (2016) Sustainable development of energy, water and environment systems index for Southeast European cities. *Journal of Cleaner Production*, **130**(1), 222-234. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.07.121
- Nilsson, L., Persson, P., Rydén, L., Darozhka, S., Zaliauskiene, A. (2007) *Cleaner Production - Technologies and Tools for Resource Efficient Production*. Environmental Management Book, Baltic University Press, Uppsala, 324 pp.
- Observa POA. (2015) *Porto Alegre em Análise: indicadores*. Acesso em 11 de setembro de 2015. Disponível em: http://portoalegreemanalise.procempa.com.br/?regiao=1_5_240
- Ouedraogo, N.S. (2013) Energy consumption and human development: Evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy*, **63**, 28-41. doi: 10.1016/j.energy.2013.09.067
- Pereira, E.B., Martins, F.R., Abreu, S.L., Rüther, R. (2006) *Atlas brasileiro de energia solar*. São José dos Campos: INPE, 60 pp.
- Programa Cidades Sustentáveis (2012) *Publicação*. Acesso em 2 de junho de 2015, disponível em: <http://www.cidadessustentaveis.org.br/downloads/publicacoes/publicacao-programa-cidades-sustentaveis.pdf>
- Radulovic, D., Skok, S., Kirincic, V. (2011) Energy efficiency public lighting management in the cities. *Energy*, **36**(4), 1908-1915. doi: 10.1016/j.energy.2010.10.016
- Salvia, A. L., Pilonetto, I., Brandli, L. L., Rosa, F. D., Frandoloso, M., Prietto, P. D. M., Kalil, R. M. L. (2015) Projeto PRESUST-RS: Pré-requisitos para a sustentabilidade dos municípios do Rio Grande do Sul. *II Encontro Nacional de Tecnologia Urbana*, Passo Fundo, Brasil.
- Secretaria de Minas e Energia (2016) *Plano Energético do Rio Grande do Sul 2016/2025*. Acesso em 22 de março de 2016, disponível em: <http://minasenergia.rs.gov.br/plano-energetico>
- SEPLAN, Secretaria de Planejamento, Gestão e Participação Cidadã (2015) *Perfis: regiões funcionais de planejamento*. Acesso em 27 de agosto de 2015, disponível em: <http://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/15134058-20150319163519perfis-todos.pdf>
- Street, A. (2015) *A crise energética de 2015*. Valor Econômico, acesso em 10 de junho de 2015, disponível em: <http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/estudos/street2.pdf>

- The World Bank (2015) *Indicators*. Acesso em 20 de janeiro de 2016, disponível em: <http://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?view=map>
- Torgal, F. P. (2013) Breve análise da estratégia da União Europeia (UE) para a eficiência energética do ambiente construído. *Ambiente Construído*, **13**(4), 203-212.
- United Nations (2013) *World Population Prospects: The 2012 Revision*. Acesso em 1 de março de 2016, disponível em: https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2012_HIGHLIGHTS.pdf
- United Nations Environment Programme (2015) *District Energy in Cities: Unlocking the Potential of Energy Efficiency and Renewable Energy*. Acesso em 29 de setembro de 2015, disponível em: <http://www.unep.org/energy/portals/50177/Documents/DistrictEnergyReportBook.pdf>
- Walter, A. (2007) As Mudanças Climáticas e a Questão Energética. *Revista Multiciência*, **8**, 29-47.