

Tecnologias para a criação de comunidades energeticamente eficientes

Maria de Fátima Castro

Universidade do Minho – Portugal

info@mfcastro.com

José Pedro Carvalho

Universidade do Minho – Portugal

id7314@alunos.uminho.pt

Stefano Gomes

Universidade do Minho – Portugal

gomesstefano@gmail.com

Luís Bragança

Universidade do Minho – Portugal

braganca@civil.uminho.pt

ABSTRACT

Due to the rapid urbanization process, more than 50% of the world population lives today in urban areas, and considering only the case of Portugal, this figure exceeds even 70% and with a tendency to increase. This continuous search for cities and the urban lifestyle generates an increasing consumption of resources, and many of these are non-renewable. The energy matrix in which cities were established is based on non-renewable and highly polluting forms. Besides, cities account for 60% to 80% of the energy used, and more than 70% of CO₂ emissions. In this way, it is necessary to create urban strategies and technologies that allow the creation of energy efficient urban communities. This paper aims to discuss energy efficiency in communities, management systems and strategies for energy use, presenting several technologies that contribute to the creation of energy efficient communities and the benefits that these communities have to the three dimensions of development. To this end, some examples of communities in Portugal with recognized merit were analysed and presented, as well as strategies proposed for the creation of intelligent and energy efficient communities based on existing research projects.

Keywords: *Efficient communities; Energy communities; Smart Grids; Urban districts.*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente os edifícios são responsáveis por vários impactes negativos para o ambiente (WONG et al. 2014; WEN et al. 2015). A relação entre problemas ambientais e o sector da construção tem sido estudada pela comunidade científica (ARAÚJO et al. 2013). Assim, é necessário melhorar a eficiência das construções, de forma a diminuir os impactes ambientais, preservar recursos naturais e alcançar as metas ambientais. Desta forma, verifica-se a necessidade de se alargar a escala de atuação (do edifício para as áreas urbanas) e procurar soluções de forma a melhorar a eficiência energética das zonas urbanas. Assim, o presente estudo, apresenta várias tecnologias que contribuem para a criação de comunidades energeticamente eficientes e explana quais os benefícios destas comunidades para as três dimensões do desenvolvimento sustentável. Para tal, analisaram-se e apresentam-se alguns exemplos de comunidades em Portugal com mérito reconhecido, bem como estratégias propostas para a criação de comunidades inteligentes e energeticamente eficientes com base em projetos de investigação existentes.

2. COMUNIDADES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Comunidades energeticamente eficientes são comunidades que adotam técnicas e tecnologias que permitem a sustentabilidade energética de uma determinada área urbana. Este conceito, não se pode dissociar do conceito de edifícios eficientes. Para uma comunidade ser eficiente, os seus edifícios também precisam de ser eficientes. Assim, paralelamente à atuação ao nível da comunidade, é também necessário atuar ao nível dos edifícios.

2.1 Onde atuar

Seguidamente são apresentadas algumas tecnologias e medidas para atuar nas diversas áreas de uma comunidade, de forma a torná-la energeticamente eficiente.

Desenho Passivo – as medidas a este nível, são principalmente destinadas aos edifícios das comunidades e maioritariamente aplicáveis a casos de construção nova, sendo que as fachadas dos edifícios existentes podem ser adaptadas. Estas têm como objetivo tornar os edifícios mais eficientes e sustentáveis, através: da implantação e orientação do edifício para potenciar ganhos solares e ventilação natural; do desenho e forma do edifício para potenciar ganhos solares e ventilação natural; da incorporação de sistemas solares passivos; da potenciação da iluminação natural; da potenciação da ventilação natural; e de elementos arquitetónicos.

Transformação, Armazenamento e Distribuição de Energia Térmica – numa comunidade, existem edifícios que produzem excesso de calor comparativamente às suas necessidades. Esse excesso, pode ser utilizado para “alimentar” edifícios que apresentem um défice de produção. Por sua vez, no que diz respeito ao arrefecimento, é mais eficiente idealizar um sistema ao nível da comunidade, que sirva todos os edifícios, ao invés de sistemas individuais por edifício. Assim, torna-se necessário definir um sistema de armazenamento para a energia térmica a médio prazo, uma rede de distribuição de energia térmica entre edifícios, bem como um sistema de produção suficientemente capaz de servir toda a comunidade. Além disso, possibilita-se um sistema central com custos repartidos pela comunidade (Larsson, 2013).

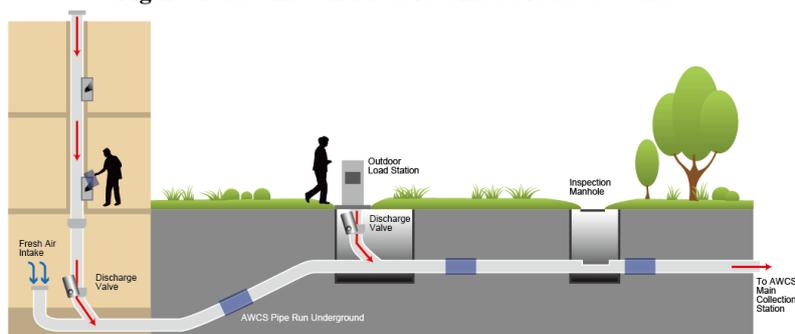
Águas Quentes Sanitárias – situação semelhante à anterior acontece para as Águas Quentes Sanitárias (AQS). Edifícios como Hotéis ou Restaurantes apresentam grande necessidade de AQS. Por outro lado, edifícios de serviços apresentam poucas necessidades de AQS. Assim, poderá existir uma interação entre estas tipologias, onde os que apresentam necessidades de AQS inferiores, podem fornecer aos que mais necessitam (Larsson, 2013).

Reutilização de Águas Pluviais – no que diz respeito à reutilização de águas pluviais, mais uma vez, sinergias podem ser exequíveis. Edifícios mais baixos, tendem a apresentar maiores áreas de captação do que edifícios mais altos (normalmente com menor área de implantação). As águas captadas podem então ser partilhadas de modo a otimizar a reutilização de águas pluviais na comunidade. Do mesmo modo, ao nível dos espaços públicos (jardins, parques, ...), estas podem ser dotados de sistemas para reutilização de água, com destino para irrigação e lavagem de pavimentos (Larsson, 2013).

Reutilização de Águas Cinzentas – as águas cinzentas produzidas numa comunidade podem também ser devidamente reaproveitadas, através da existência de um sistema de tratamento e filtragem de água (com custos repartidos pela comunidade) e de reservatórios para armazenamento. Estas águas podem ser reutilizadas para irrigação, lavagem, bacias de retrete, entre outros.

Resíduos Sólidos – para aumentar a eficiência da recolha, é necessário existir um sistema comum de captura e armazenamento de resíduos sólidos. Este tipo de sistema, evita a acumulação de resíduos na rua (recolha porta-a-porta), bem como a utilização de recursos na sua recolha. A **Figura 1**, apresenta um exemplo, o qual pode ainda estar conectado a uma indústria local de geração biológica.

Figura 1. Sistema central de recolha de resíduos sólidos



Fonte: ORING, 2014

Transformação e Armazenamento de Energia Elétrica – as comunidades energeticamente eficientes devem ser capazes de gerar e utilizar a sua própria energia elétrica. Para tal, é necessário otimizar a transformação de energia em edifícios com adequada exposição solar e em equipamentos e mobiliário urbano. Posteriormente, a energia transformada pode ser utilizada diretamente para abastecer o edifício ou equipamento em questão e o excesso armazenado num sistema central ou transferido diretamente para outro edifício ou equipamento com menor ou sem capacidade de geração de energia. São assim exemplo, algumas tecnologias, como os painéis fotovoltaicos, biomassa ou turbinas eólicas e sistemas combinados de energia e calor (SmartGrid.gov, 2018).

Distribuição de Energia Elétrica – a adoção de um sistema paralelo de corrente alternada (AC) e contínua (DC) de fornecimento de energia elétrica para edifícios de serviços, permite fornecer energia diretamente a equipamentos de DC de baixa tensão. Esta abordagem, permite reduzir as perdas de energia resultantes da conversão AC-DC, que requer a criação de novas linhas para os equipamentos.

Utilização de Energia – todos os edifícios da comunidade devem ser munidos de contadores inteligentes. Estes têm a capacidade de monitorizar e transmitir informação em tempo real e fornecer informações acerca do tarifário, ajudando a selecionar a altura mais económica para ligar equipamentos elétricos, segundo a transformação energética da corrente da comunidade. Por exemplo, quando existem ventos fortes é gerada energia elétrica adicional, sendo que será mais rentável ligar os equipamentos nessa altura uma vez que o preço da energia será inferior (SmartGrid.gov, 2018).

Gestão da Mobilidade – relativamente à mobilidade, existem três medidas principais a serem adotadas:

- Partilha de parques de estacionamento – um parque de um edifício, com maior atividade durante o dia, pode servir de estacionamento para habitações próximas durante a noite;
- Os preços de estacionamento devem conter um algoritmo que considere os períodos e as taxas de ocupação dos parques, de forma a otimizar a sua utilização;
- As baterias dos carros elétricos podem funcionar como armazenamento em alturas de elevada produção. A rede de infraestruturas de carregamento deverá estar ligada ao sistema central de produção, armazenamento e distribuição de energia da comunidade (Zahedi, 2012).

Para a eficiência e aplicação destas medidas e tecnologias, é necessário existir um sistema central de gestão e controlo de infraestruturas com jurisdição sobre os sistemas individuais. Assim, as soluções apresentadas são direcionadas para novas comunidades urbanas. No entanto, algumas soluções podem ser aplicadas a comunidades existentes, de forma a melhorar a sua eficiência: Sistema centralizado de armazenamento e distribuição de energia; Reutilização de águas pluviais e cinzentas; Transformação e armazenamento de energia elétrica; Contadores inteligentes; Gestão da Mobilidade.

3. SISTEMAS DE GESTÃO E ESTRATÉGIAS DE UTILIZAÇÃO

O sector elétrico está presentemente a ser fortemente pressionado pelo contexto macroeconómico atual. Assim, este último tem gerado a criação de novos desafios, os quais têm levado à revolução das redes elétricas e da sua forma de interação com os utilizadores. Neste contexto, os principais conceitos impulsionadores de mudança no sector elétrico são (MESSIAS, 2009):

- Sustentabilidade Ambiental – acarreta a necessidade da utilização de novas formas de geração de energia alternativas aos recursos fósseis, por forma a se reduzir a dependência energética externa e se cumprirem as obrigações ambientais;
- Empoderamento do Consumidor – através da sua maior consciencialização e informação, o consumidor passa a ser capaz de tomar decisões com vista à otimização da sua utilização de energia elétrica e possibilidade de microgeração, assumindo um papel ativo;
- Mercado Europeu de Energia – onde o aumento da competitividade preconizado para a Europa (Estratégia de Lisboa) passa pela existência de um sector de energia altamente concorrencial no que diz respeito aos preços e profusão de serviços;
- Fiabilidade e Qualidade do Fornecimento – fazer face à obsolescência das redes elétricas, às suas limitações de capacidade e às condicionantes de segurança que nelas incidem.

Existe assim, uma mudança de paradigma em curso neste sector, que tem vindo a transformar extensivamente as redes elétricas de modo a estas darem resposta aos novos desafios (MESSIAS, 2009):

- Abordagem centrada nos consumidores – novos serviços de valor acrescentado, planos com preços inovadores, interação bidirecional dos consumidores com a rede, ...;
- Liberalização dos mercados – induzindo concorrência e flexibilidade nas tarifas, novos produtos e serviços, ...;
- Modulação da procura – alisando picos de consumo, contribuindo para o alinhamento entre a oferta e procura de energia, ...;
- Maior versatilidade dos abastecimentos – inclusão da microprodução, diversificação de fontes renováveis, incremento da capacidade distribuída de geração de energia, maior proximidade entre a geração e a utilização, ...;
- Renovação das redes e da sua operação – com recurso a investimentos que tornem as redes mais fiáveis e eficientes, nomeadamente através do aumento da automação e controlo remoto.

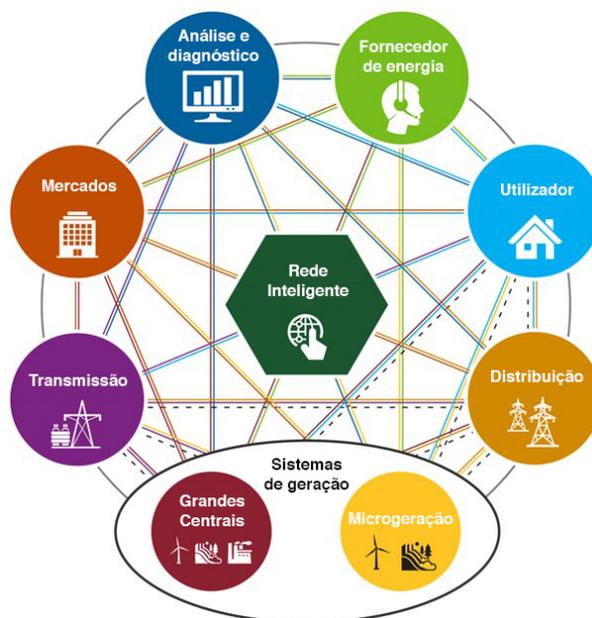
3.1 Redes Inteligentes de Energia

Com o processo de adaptação e modernização das redes de fornecimento de energia a critérios de eficiência, sustentabilidade, capacidade, otimização de recursos e fiabilidade, surge o conceito de Rede Inteligente de Energia (*Smart Grid - SG*). Este conceito, assenta: no uso eficiente da energia suportado

por uma eficaz gestão da procura; na aposta em energias renováveis; e na aposta na microprodução que vem reforçar o papel do utilizador.

Ao contrário do sistema de energia elétrica tradicional, que se baseia em grandes centrais transformadoras de energia em eletricidade, próximas às fontes combustíveis, e que transmite a mesma através de extensas linhas de alta tensão, a SG permite a automação integrada e segura das redes por meio de sistemas de medição, geração e armazenamento de energia distribuídos. Isto permite que a rede se reconfigure automaticamente, através de análises e diagnósticos em tempo real, para responder eficazmente às necessidades da sociedade e do próprio sistema elétrico. As SG beneficiam tanto os utilizadores como as empresas prestadoras do serviço de fornecimento de energia elétrica (ALVAREZ et al., 2016). Assim, as SG promovem mudanças estratégicas na cadeia de valor da energia elétrica, interligando todos os seus intervenientes e potenciais interessados, tal como apresentado na **Figura 2**.

Figura 2. Esquema de Rede Inteligente de Energia



Fonte: Autor (adaptado de IEEE, 2018).

As redes inteligentes permitem uma forte disponibilização de funcionalidades na rede. Estas, geradoras de novos serviços e de uma gestão e controlo otimizados, passam a contar com a participação do próprio utilizador. Assim, neste novo enquadramento, o emergente Utilizador/Produtor é o destinatário por excelência dos principais benefícios associados a esta transformação. No entanto os benefícios são vários para todos os intervenientes (MESSIAS, 2009):

- Operador da Rede de Distribuição – possibilidade de redução de custos operacionais e de manutenção; redução de perdas na rede; gestão e controlo otimizados; otimização do investimento; e maior fiabilidade e qualidade do fornecimento de energia;
- Comercializador – possibilidade de disponibilizar novos serviços; planos inovadores e tarifação em quase tempo real; e maior capacidade na gestão da relação com os clientes;
- Utilizador/Produtor – tem um papel ativo na gestão da sua utilização energética e, conseqüente possibilidade de redução de custos associados; possibilidade de microgeração, tendo direito à

inerente remuneração; e disponibilidade de novos serviços e tarifários, que, pressionados pela liberalização induzida, tenderão a baixar sensivelmente o valor da sua fatura de energia;

- Regulador – aumento de concorrência induzido pelos novos serviços; maior eficiência do mercado elétrico; incremento da fiabilidade e qualidade do fornecimento de energia; e acesso a informação mais rica sobre o funcionamento da rede elétrica;
- Economia Nacional – ganhos de eficiência energética; melhor aproveitamento das energias endógenas, redução da dependência de recursos fósseis e de emissão CO₂; maior número de projetos industriais e centros de competência, geradores de emprego e de exportação.

Neste contexto, o Parlamento Europeu tem vindo a publicar diretivas que promovem o desenvolvimento de Redes Inteligentes de Energia. De entre elas é de destacar a mais recente publicação, a Diretiva (UE) 2018/844 de 30 de maio de 2018, que altera a Diretiva 2010/31/UE relativa ao desempenho energético dos edifícios e a Diretiva 2012/27/UE sobre a eficiência energética. O principal objetivo desta nova Diretiva é acelerar a renovação rentável dos edifícios existentes, ou seja, introduzir sistemas de controlo e automatização dos edifícios como alternativa às inspeções físicas, incentivar a implementação das infraestruturas necessárias para mobilidade eficiente e introduzir um indicador de inteligência para avaliar a preparação tecnológica do edifício (EU, 2018).

4. EXEMPLOS DE RECONHECIDO MÉRITO

As modernas redes de energia aplicam padrões elevados à capacidade de controlo de todas as instalações. Nestas redes, a potência distribuída gerada requer um elevado grau de flexibilidade durante a distribuição. Para além da capacidade de controlo do fornecimento de eletricidade, estas redes oferecem aos utilizadores novas formas de influenciarem a procura. Assim, existem já alguns exemplos diferentes em Portugal de reconhecido mérito.

4.1 InovGrid

O InovGrid é um projeto pioneiro a nível europeu, iniciado em 2007 pela EDP, que revoluciona as redes e a sua forma de interação com os consumidores. Este projeto surgiu devido à crescente necessidade de otimização energética, da criação de modelos de gestão de energia mais eficientes e fiáveis, e da transformação das cidades em espaços inovadores e inteligentes.

O projeto InovGrid permitiu o desenvolvimento de novos conceitos como microprodução ou telegestão. A microprodução possibilita a maximização da produção de energia e a otimização dos sistemas públicos de iluminação e abastecimento, uma vez que o consumidor se torna também produtor e vendedor de energia. Por seu lado, a telegestão possibilita a monitorização à distância do consumo de energia em casa e consequente utilização eficaz da mesma.

A inovação tecnológica representada pelo InovGrid tem sido implementada através do InovCity, projeto que permitiu à EDP introduzir o conceito de “Cidades Inteligentes” (*Smart Cities*) em Portugal, Espanha e Brasil. Em Portugal, Évora foi a primeira cidade a usufruir de um sistema elétrico integrado e inteligente. Esta experiência abrangeu 54 mil habitantes, tendo sido instalados 340 controladores de postos de transformação e mais de 30 mil contadores inteligentes (EDP1, 2018) (**Figura 3**).

Figura 3. InovGrid em Évora

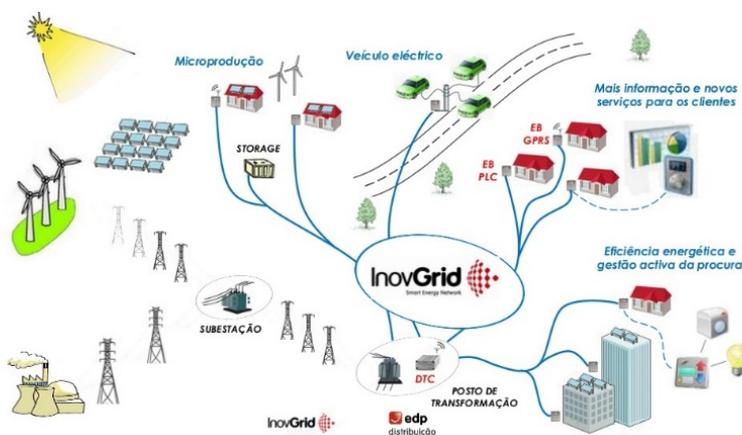


Fonte: EDP Inovação, 2012.

A implementação do InovGrid (**Figura 4**) permitiu resolver problemas verificados nas redes tradicionais, com vantagens a diversos níveis (EDP, 2018):

- Habitação – programar o funcionamento de eletrodomésticos para períodos mais convenientes; gerir a utilização em tempo real; usufruir de serviços e planos de preços ajustados aos perfis de utilização; recorrer a soluções integradas de domótica para interagir com os dispositivos; ativar remotamente serviços como alterações de tarifário e de potência; transformar energia em casa, para utilização própria ou para venda à rede; fazer uma gestão energética mais eficiente, através da consulta online do balanço de utilização e transformação;
- Empresas – criação de projetos industriais e centros de competências criadores de emprego e de exportação e de projetos de investigação científica em colaboração com o meio académico; utilização de ferramentas inovadoras que permitem um controlo detalhado e fiável; ajustar a utilização energética à atividade; oferecer mais e melhores produtos;
- Espaços públicos – substituição das iluminarias tradicionais e semáforos por tecnologia LED, permitindo a redução de utilização de eletricidade; regulação da iluminação em função das condições naturais de luminosidade; adoção de sistemas de controlo dinâmicos, que fazem a gestão do fluxo luminoso em função da presença rodoviária ou humana, do estado de luminosidade ambiente e das condições ambientais.

Figura 4. Projeto InovGrid



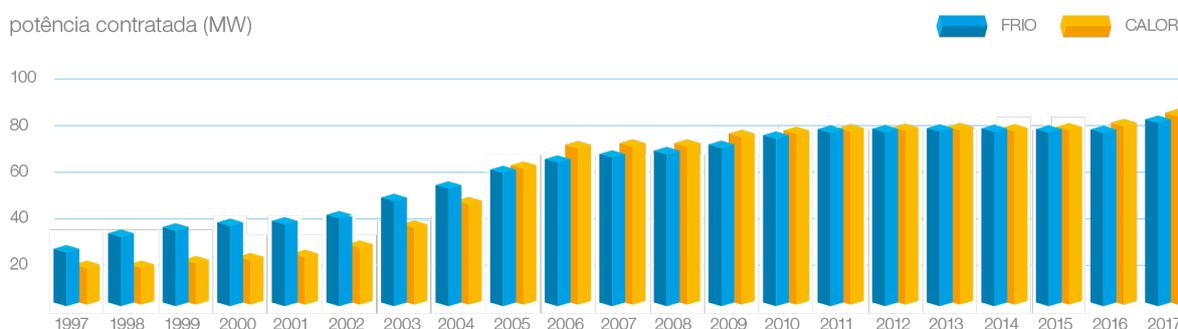
Fonte: EDP (1), 2011.

4.2 ClimaEspaço

A ClimaEspaço é uma empresa do Grupo ENGIE, que produz e distribui frio e calor aos edifícios do Parque das Nações há vinte anos, sob a forma de água gelada e água quente. Esta é responsável pela introdução em Portugal do conceito de distribuição centralizada de energia térmica à escala urbana. A energia térmica é produzida numa central de trigeriação de elevada eficiência, sendo distribuída a 150 edifícios através de uma rede de tubagens com 85 km de extensão, parte das quais instaladas em galerias técnicas, sendo o seu principal uso para produção de águas quentes sanitárias. Os equipamentos de produção de frio são arrefecidos por água captada no rio Tejo, a qual é posteriormente devolvida ao rio sem impacto ambiental (ENGIE, 2017).

O parque das Nações comporta a antiga Zona de Intervenção da EXPO'98. Atualmente é o novo centro de negócios e lazer da cidade e é um caso de sucesso ao nível da reabilitação urbana em Portugal. O Parque das Nações é conhecido pela qualidade arquitetónica dos edifícios e foi a pensar na sua salvaguarda que, através de legislação específica (Portaria n.º 1130-B/99), se proibiu a utilização de sistemas de climatização convencionais nos edifícios. Esta rede de frio e calor possibilita a existência de fachadas livres, assim como liberta terraços e varandas dos aparelhos de ar condicionado. Esta zona nova da cidade de Lisboa tem vindo a ampliar a sua área, a qual inicialmente se confinava ao perímetro de parque de exposições da EXPO'98. Assim, com ela, também a adesão a esta Rede tem vindo a crescer, tal como se pode ver na **Figura 5**.

Figura 5. Evolução da potência contratada

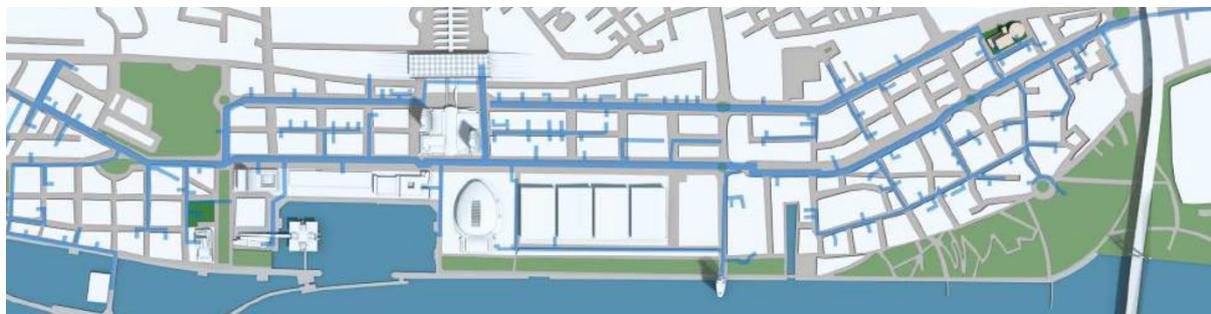


Fonte: ENGIE, 2017.

A Rede de distribuição tem 21 km de extensão e é composta por quatro tubos (ida e retorno de frio, ida e retorno de calor). Os troços principais encontram-se instalados em galerias técnicas, de modo a facilitar as operações de manutenção e evitar a abertura de valas na via pública. A energia térmica é distribuída sob a forma de água gelada (4°C) e água quente (90°C) (ENGIE, 2017).

Contrariamente ao que se sucede nas centrais termoelétricas convencionais, a central de trigeriação aproveita o calor libertado à saída da turbina, aproveitando-se uma quantidade de energia que de outra forma seria desperdiçada. Neste caso concreto, esta energia é aproveitada para aquecer e arrefecer os edifícios, para produzir águas quentes sanitárias e ainda para outros fins, como por exemplo o aquecimento de piscinas ou o arrefecimento dos tanques do Oceanário de Lisboa. Obtém-se desta forma um importante ganho de eficiência, minimizando-se o consumo de energia primária e as emissões poluentes (**Figura 6**).

Figura 6. Rede de distribuição de Frio e Calor do Parque das Nações



Fonte: ENGIE, 207.

Num mundo em constante transformação, as redes urbanas de frio e calor são uma solução a considerar para o desafio da transição energética, uma vez que possibilitam à cidade beneficiar instantaneamente de qualquer inovação tecnológica ou de uma nova fonte de energia introduzida no sistema. Assim, as principais vantagens das redes urbanas de frio e calor prendem-se com:

- A possibilidade de preservação da qualidade estética e arquitetónica dos edifícios;
- Fiabilidade do serviço – fornecimento de frio e calor 24h/dia;
- Conforto e simplicidade de utilização;
- Segurança e proteção da saúde pública – redução do risco de incêndio, asfixia por monóxido de carbono e contágio pela doença do legionário;
- Redução do consumo de energia primária e das emissões de CO₂.

5. CONCLUSÕES

Muitos esforços têm sido desenvolvidos para tornar o ambiente construído mais sustentável, satisfazendo as necessidades humanas dos pontos de vista ambiental, social e económico. Para isso foram desenvolvidos métodos de avaliação de sustentabilidade, primeiramente a avaliação do desempenho de edifícios e posteriormente para uma escala maior, a escala urbana. Do ponto de vista da escala urbana, ao nível da comunidade, existe a necessidade de se adotarem processos e tecnologias mais eficientes e sustentáveis, que levem à diminuição da utilização e desperdício de recursos e energia, entre outros. Desta forma, verifica-se a necessidade de se procurarem soluções de forma a melhorar a eficiência energética de áreas urbanas.

Este artigo, apresenta várias tecnologias que contribuem para a criação de comunidades energeticamente eficientes. Os benefícios destas comunidades, são notórios ao nível das três dimensões do desenvolvimento sustentável:

- Ambiental: redução do consumo de recursos naturais; redução da produção de resíduos; e redução da emissão de gases poluentes.
- Social: bem-estar social; mobilidade eficiente; e segurança.
- Económica: desenvolvimento económico; e redução de custos com infraestruturas partilhadas.

Em complemento, foram apresentados dois exemplos de mérito reconhecido, desenvolvidos e implantados em Portugal: o InovGrid, desenvolvido pela EDP a partir de 2007, que permitiu a



modernização das redes elétricas e a introdução em Portugal do conceito de “Smart City”; e o ClimaEspaço, desenvolvido em 1998, responsável pela introdução em Portugal do conceito de distribuição centralizada de energia térmica à escala urbana.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das Redes URBENERE (Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes) e CIREs (Cidades Inclusivas, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis).

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, C. E.; BRAGANCA, L. **Comunidades urbanas energeticamente eficientes**. 1. ed. Vitória: EDUFES, v. 1, 2016.

ARAÚJO, C.; L. BRAGANÇA; M. G. d. ALMEIDA. **Sustainable construction key indicators**. Portugal SB13- Contribution of Sustainable Building to Meet EU 20-20-20 Targets: 505-512, 2013.

EDP (1). **InovGrid**. Disponível em: <https://edp.com/pt-pt/historias/inovgrid>. Acesso em: 6 Ago. 2018

EDP (2). **InovCity**. Disponível em: <https://edp.com/pt-pt/historias/evora-inovcity>. Acesso em: 6 Ago. 2018

EDP Inovação. “InovGrid” – Redes inteligentes ao serviço da prosperidade renovável. Presentation in: **O Meio Edificado ao Serviço de uma Elevada Qualidade de Vida**, 2012, Setúbal.

ENGIE. **Rede de Frio e Calor do Parque das Nações**. Lisboa: ENGIE, 2017

IEEE. Smart Grid. **IEEE Smart Grid Domains & Sub-domains**. Disponível em: <https://smartgrid.ieee.org/domains>. Acesso em: 7 Ago. 2018.

MESSIAS, A. Redes Inteligentes de Energia – Smart Grids. Presentation in: **9º Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Electrotécnica**, 2009, Lisboa.

Larsson, N. **Performance Synergies in Small Urban Zones**. International Initiative for a Sustainable Built Environment (iiSBE). October 2013.

SmartGrid.gov. **What is the Smart Grid?** Disponível em: https://smartgrid.gov/the_smart_grid/. Acesso em: 1 Out. 2018.

UE. **Diretiva (EU) 2018/844 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018**. Bruxelas: UE, 2018.

WEN, T. J.; H. C. SIONG; Z. NOOR. **Assessment of embodied energy and global warming potential of building construction using life cycle analysis approach: Case studies of residential buildings in Iskandar Malaysia**. Energy and Buildings 93: 295-302, 2015.

WONG, J. K.-W; K.-L. KUAN. **Implementing ‘BEAM Plus’ for BIM-based sustainability analysis**. Automation in construction 44: 163-175, 2014.

ORING. **Solid Waste Systems**. Disponível em <https://oringnet.com/en-global>. Acesso em: 7 Ago. 2018.

Zahedi, A., **Electric Vehicle as distributed energy storage resource for future smart grid**. Universities Power Engineering Conference (AUPEC), 2012 22nd Australasian, pp.1,4, 26-29 Sept. 2012.