



Relatório Técnico

**Novos paradigmas de consumo – o comportamento do consumidor em 2030
e seus impactos para o setor elétrico**

Campinas, São Paulo

Mai de 2013

Sumário

Introdução.....	3
1. Mundo e Vida em 2030	7
1.1. Perspectivas Demográficas.....	7
1.2. Perspectivas Econômicas	9
1.3. Tendências Tecnológicas.....	10
1.4. Atuação da Sociedade Civil	11
1.5. Disponibilidade de Recursos.....	12
1.6. Incertezas Climáticas	15
2. A Cidade do Futuro.....	17
2.1. A Gestão da Infraestrutura na Cidade do Futuro	20
2.2. A Gestão da Energia na Cidade do Futuro	23
3. A Casa do Futuro	28
4. Padrões de Consumo	31
5. Desafios e Oportunidades no Setor Elétrico	35
5.1. Matriz Energética	35
5.2. Mobilidade Elétrica	36
5.3. Distribuição Inteligente	37
5.4. Tendências Operativas Setor Elétrico Brasileiro	40
5.5. Ambiente Estratégico	41
5.6. Tendências Regulatórias.....	43
5.7. Economia de Baixo Carbono.....	45
Conclusão.....	48
Referências bibliográficas.....	50

Novos paradigmas de consumo – o comportamento do consumidor em 2030 e seus impactos para o setor elétrico

Introdução

No médio/longo prazo, novos paradigmas de consumo devem surgir como desdobramento de mudanças já em curso e, que irão se acentuar nos próximos anos, referentes a um maior ritmo de inovações tecnológicas, à formação de uma sociedade de conhecimento, onde as informações circulam com maior velocidade e existe maior cooperação global, aos desafios impostos pela necessidade de mitigar as alterações climáticas e aos limites de utilização de recursos naturais. O Brasil também estará inserido neste processo de alterações, sendo relevante destacar duas características da evolução brasileira nos próximos anos: desenvolvimento econômico associado a uma melhoria da distribuição de renda e melhorias no nível de educação.

Devido à transversalidade da energia por todas as esferas socioeconômicas, estas alterações nos padrões de consumo assumem grande importância no setor energético. Trata-se de um desafio porque historicamente a evolução do setor de energia era pensada em termos de viabilizar uma expansão da oferta capaz de atender ao crescimento da demanda. Mas com as mudanças com que se depara o mundo se torna necessário a contemplação de eventuais modificações na dinâmica da demanda. Desta forma, se faz necessário um exame prospectivo de eventuais mudanças no padrão de consumo e, portanto, de demanda por energia no longo prazo. Este tipo de exame exige uma análise prévia da trajetória de variáveis como o nível de renda, preços da energia, consciência ambiental e paradigma tecnológico, pois são estas que irão determinar a evolução do padrão de consumo de energia.

A projeção do consumo de energia no curto prazo é normalmente baseada em ferramentas estatísticas/econômicas. Como no curto prazo não se verificam grandes mudanças nas estruturas econômicas nem alterações tecnológicas capazes de fazer variar a eficiência energética de forma relevante, o uso de instrumentos deste tipo são pertinentes. Entretanto, quando se trata de realizar as tendências dos padrões de consumo de energia de longo prazo anos enfrenta-se um alto nível de complexidade, pois podem ocorrer alterações na estrutura econômica e nos paradigmas tecnológicos vigentes. Considerando o conjunto de mudanças de padrão de consumo prospectadas para os próximos 20 anos, nota-se as dificuldades inerentes ao exercício analítico devido ao elevado nível de incertezas existente.

A construção de cenários apresenta-se como uma importante ferramenta para situações que contemplam variáveis com elevado grau de incerteza. Esta metodologia tenta identificar através de um enfoque narrativo possíveis comportamentos futuros das variáveis. Entretanto, mesmo tratando-se de uma abordagem essencialmente qualitativa, é vital que as hipóteses a partir das quais os cenários são construídos sejam sólidas e consistentes (SCHNAARS, 1987).

Os cenários constituem um conjunto de estados ou trajetórias possíveis e plausíveis para sistemas sociais-econômicos-ambientais, cujos resultados podem ser antecipados com alguma verossimilhança. A construção de cenários é especialmente útil no apoio à tomada de decisões estratégicas num contexto de incerteza, permitindo estruturar informação complexa, expandir o espaço de resultados, suscitar questões relevantes para a compreensão do sistema em análise e integrar pontos de vista distintos ou mesmo conflitantes sobre os estados futuros do sistema. Observa-se a importância da adoção da técnica de cenários relativa ao consumo de energia elétrica em 2030 como instrumento analítico que suporte a formatação de políticas públicas e estratégias empresariais.

Este relatório visa reunir as informações necessárias para a construção de um cenário de referência relativo a como o comportamento do consumidor em 2030 impactará o setor elétrico e, a partir deste delineamento, apresentar questões pertinentes a serem estudadas com o intuito de embasar futuras políticas para o setor elétrico, assim como, servir como balizador de posicionamentos estratégicos a serem tomados por empresas do setor.

A metodologia de construção deste trabalho consistiu de duas fases. Inicialmente foi realizada uma ampla revisão bibliográfica referente ao tema da pesquisa associada a discussões com especialistas e realização de um workshop¹ sobre como as novas tendências de consumo irão impactar o setor energético. Reunidas estas informações e identificadas as tendências para o mundo e para o Brasil em 2030, foram realizadas reuniões da equipe do projeto com vistas a delimitar o cenário de paradigma de consumo a ser adotado como referência e a identificar as consequências deste cenário para o setor energético.

O relatório é composto por 5 seções. A primeira seção trata do mundo/vida em 2030 com o objetivo de identificar as principais tendências dos comportamentos sociais, econômicos e tecnológicos. Em seguida, a Seção 2 analisa as principais características de uma cidade que seja condizente com as tendências apresentadas no capítulo anterior, sendo a sustentabilidade uma das principais diretrizes desta cidade. A Seção 3 aborda os conceitos intrínsecos a “Casa Inteligente” enquanto que a seção 4 discorre acerca dos impactos de todas estas mudanças nos padrões de consumo de energia. Por fim, a Seção 5 busca identificar os desafios e oportunidades que serão colocados para o setor energético a partir das mudanças do comportamento do consumidor.

¹ Este evento teve palestras de Helio Mattar (Instituto Akatu); José Sidnei Colombo Martini (USP); Rogério Ribeiro (Schneider Electric e KNX Brasil) e Amílcar Guerreiro (Diretor de Estudos Econômicos e Energéticos da EPE). Após as apresentações, houve debate com o público presente moderado pelo Dr. Nelson Hubner (ex-Diretor Geral da Aneel).

1. Mundo e Vida em 2030

A identificação das macrotendências mundiais e brasileiras é condição basilar para o estudo dos padrões de consumo de energia no médio e longo prazo. Logo, é preciso a sistematização das informações demográficas, econômicas, tecnológicas, climáticas e da disponibilidade de recursos com vistas a examinar as tendências do mundo e da vida nos próximos 20 anos.

1.1. Perspectivas Demográficas

Segundo ONU (2012a), a população mundial ultrapassou 7 bilhões de pessoas em 2011 e em 2030 deverá ser superior a 8 bilhões de pessoas², cabendo destacar que este crescimento será acompanhado de um envelhecimento da população devido às reduções contínuas das taxas de fecundidade e de mortalidade³. Este envelhecimento ocorrerá associado a um aumento da urbanização, sendo 59,9% da população residente em áreas urbanas em 2030 (ONU, 2012b).

No caso específico do Brasil, a população em 2030 será de 220 milhões de habitantes contra atuais 195 milhões (ONU, 2012). Este crescimento populacional moderado é derivado de uma queda da fecundidade em relação aos padrões históricos, solidificando uma tendência que já vem se verificando em todas as regiões e grupos sociais⁴. Concomitantemente, as taxas de mortalidade brasileiras serão decrescentes, resultando em aumento da expectativa de vida da população. Esta trajetória demográfica, em um primeiro momento, produz um fenômeno demográfico economicamente positivo, conhecido como “Bônus Demográfico”. Esse ocorre quando os indivíduos em idade economicamente ativa são mais numerosos que a população dependente, conforme se pode perceber no Gráfico 1

² De acordo com o cenário de baixa fertilidade da ONU (2012a), a população mundial deverá ser de 7 969 407 pessoas.

³ A idade média da população mundial aumentará de 29 para 34 anos entre os dias atuais e 2030 (ONU, 2012).

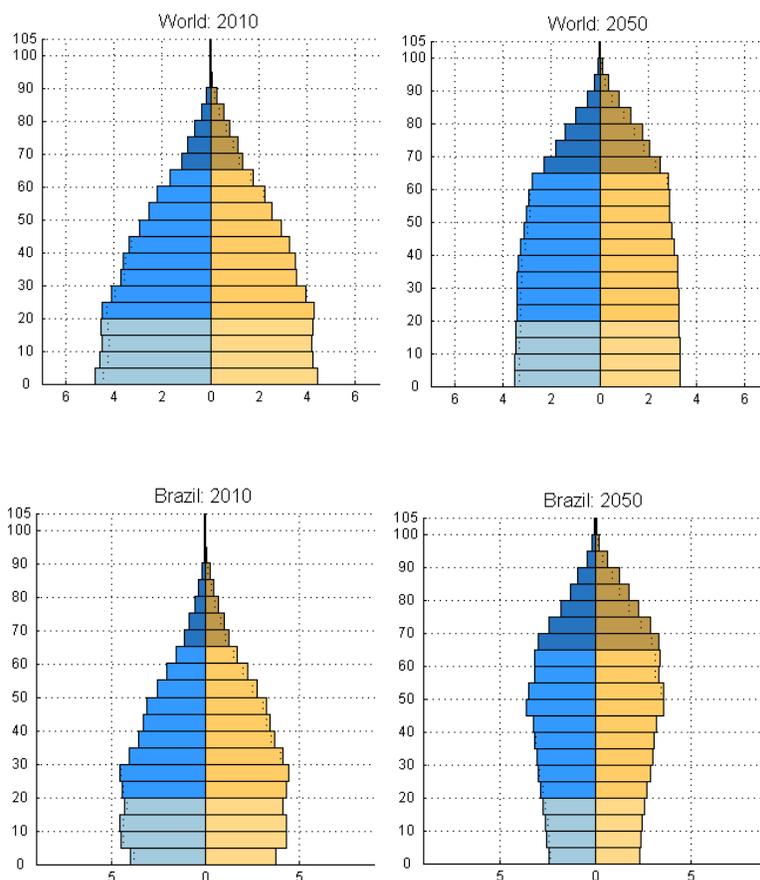
⁴ O ritmo de diminuição varia de acordo a região e o nível de renda, sendo a fecundidade mais elevada nas camadas sociais de renda mais baixa e de menor escolaridade.

que compara o Brasil com a média mundial em 2010 e em 2050. O eixo vertical apresenta a idade da população enquanto o eixo horizontal apresenta a distribuição população entre homens e mulheres, à direita do eixo vertical principal aparecem as mulheres e à esquerda os homens, em milhões de habitantes.

Gráfico 1 -

Evolução da População por Grupo de Idade e Sexo no Mundo e Brasil: 2010-2050

(% da população total)



Fonte: ONU (2011) gerado a partir do site <http://esa.un.org/wpp/population-pyramids/population-pyramids.htm>.

Nota: No eixo horizontal, à direita do eixo principal representada pela área em amarelo é representada a população feminina e à esquerda, em azul, a masculina, ambos em milhões de habitantes.

Este tipo de fenômeno já ocorreu em países asiáticos como a Coreia do Sul. Em realidade, o aproveitamento do bônus demográfico brasileiro tende a ocorrer pouco antes de 2030. Em contrapartida, o período pós-bônus demográfico exige aumento da produtividade do trabalho para que a produção realizada pela parte economicamente ativa da população, já em proporção inferior à inativa, seja capaz de satisfazer às necessidades de toda a população e não haja ocorra uma fase de estagnação econômica.

1.2. Perspectivas Econômicas

A economia dos países emergentes continuará a aumentar sua participação relativa na economia mundial. Enquanto as economias dos países desenvolvidos crescerão a uma taxa anual média de 1,8%, as economias dos países em vias de desenvolvimento crescerão a uma taxa anual média de 6,7% (ROLAND BERGER, 2011). Ao mesmo tempo, o comércio internacional vai se intensificar, sobretudo pelo dinamismo do comércio exterior dos países em vias de desenvolvimento que serão responsáveis por 73% das exportações nominais mundiais (ROLAND BEGER, 2011).

Por sua vez, o Brasil deverá apresentar um crescimento econômico de 4,1% ao ano entre 2011 e 2030 (OECD, 2012). Os vetores centrais deste crescimento serão o caráter dinâmico de seu mercado interno, especialmente diante a melhoria na distribuição de renda, e a competitividade de suas *commodities*. Desta forma, as projeções indicam que o Brasil irá ser a quarta economia do mundo em 2030 com um PIB de 12 trilhões de dólares⁵ (STANDARD CHARTERED, 2010).

Além disso, estima-se que nos próximos anos haverá um aumento da taxa de investimento no Brasil impulsionado e sustentado por grande conjunto de obras de infraestrutura. Concomitantemente, o Brasil deverá manter bases

⁵ Dólares a preços correntes.

macroeconômicas sólidas e um sistema financeiro robusto, com destaque para o papel do BNDES como agente financiador de projetos de infraestrutura.

1.3. Tendências Tecnológicas

É uma hipótese bastante plausível que os avanços tecnológicos que advirão nos próximos vinte anos deverão provocar rupturas de paradigmas desencadeadas por processos de inovações radicais⁶. Dentre estes novos padrões tecnológicos, merece destaque a robotização de atividades cotidianas que farão com que a realidade virtual, associada à internet desencadeie alterações ainda mais significativas no estilo de vida dos indivíduos. Outro ponto de destaque no campo do avanço tecnológico é a incorporação de inovações em biotecnologia, especialmente nos países em vias desenvolvimento, na busca de promover práticas agrícolas mais produtivas e sustentáveis. Uma tendência geral que será intensificada é a adoção e disseminação de novas tecnologias em períodos de tempo cada vez mais curtos (MARTINI, 2013).

No setor energético, destaca-se a tendência de alteração do paradigma tecnológico do setor de transportes, com a gradativa inserção de veículos totalmente elétricos e elétricos híbridos na frota automobilística. No setor elétrico, os constantes avanços em tecnologias como energia solar, eólica e bioenergia deverão contribuir para a redução dos custos de geração de energia a partir destas fontes renováveis, tornando essas energias cada vez mais competitivas. Além disso, haverá a adoção em escala crescente de redes inteligentes capazes de permitir a otimização do uso dos recursos energéticos e com isso possibilitar, não apenas a disseminação de veículos elétricos e da micro-geração, como também criar as condições necessárias para o acionamento remoto de aparelhos eletrodomésticos. Além disso, redes inteligentes permitem o controle de gastos com o consumo de energia elétrica a partir do acompanhamento em tempo real

⁶ Inovações radicais são aquelas que rompem com o paradigma tecnológico vigente e estabelecem uma nova trajetória tecnológica. Tais inovações não são contínuas no tempo e são comumente originadas de atividades de pesquisa e desenvolvimento (DOSI, 2006; TIGRE, 2006).

da evolução dos preços de eletricidade⁷ (MIT, 2011; IEA, 2011; IEA, 2009a; IEA, 2009b; IEA, 2008a; IEA, 2008b).

1.4. Atuação da Sociedade Civil

Na esfera social, uma das modificações mais significativas da dinâmica mundial nos próximos 20 anos será o aumento da interação. Desta forma, será possível um aumento da troca de conhecimentos, valorização da mão de obra qualificada e crescente participação da sociedade civil nas decisões do Estado e na definição de estratégias empresariais. Neste sentido, o conceito tradicional de governança, que já vem mudando nos últimos anos, deve migrar para um modelo de governança baseado na gestão compartilhada, envolvendo o setor público, privado e voluntário ou terceiro setor⁸. A criação de redes e as parcerias público-privadas serão processos políticos cada dia mais dominantes e essenciais dentro do futuro modo de organização social e suas estruturas de governança.

Observa-se que as transformações provocadas pela disseminação da Internet e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) -- tendem a acelerar o processo de alteração da estrutura de governança e da administração pública em geral. A massiva migração digital já caminha para uma era pós-computadores, onde toda a informação estará disponível online. A disseminação desses novos recursos, dos computadores e de novas aplicações de telecomunicações também abre uma nova oportunidade para incentivar a e-governança ou governança eletrônica: ela permite maior acesso às informações, dando à população maior poder de influenciar as decisões políticas e administrativas. A consequência desta tendência será um papel mais pró-ativo dos indivíduos na definição do tipo de serviço público que a população espera receber de seus governantes no futuro, como por exemplo, com relação aos serviços essenciais como água e eletricidade

⁷ Os preços irão variar em razão inversa à curva de carga através de mudanças regulatórias, dentre as quais, a adoção de bandeiras tarifárias.

⁸ O terceiro setor é composto por associações e fundações que geram bens e serviços públicos, mas sem fins lucrativos, que suprem as falhas deixadas pelo Estado. É uma junção do setor público com o setor privado, ou seja, dinheiro privado para fins públicos.

e políticas nas áreas da educação, saúde, transporte e segurança.

1.5. Disponibilidade de Recursos

A disponibilidade de recursos naturais é uma questão crucial. MATTAR (2013) destaca o fato de que a população mundial consome hoje 50% mais recursos naturais renováveis do que a Terra é capaz de regenerar. O número se torna ainda mais preocupante considerando que apenas 16% da humanidade é responsável por 78% de todo este consumo. Observa-se assim que a replicação do padrão de consumo dos países mais ricos para a escala mundial é nitidamente insustentável. De toda forma, o crescimento populacional e do nível de renda dos países em vias de desenvolvimento resultam em um aumento da demanda por estes recursos e a questão dos limites da sua utilização se torna ainda mais relevante. Esse risco deve ser encarado, sobretudo por empresas *utilities*, como uma oportunidade para novos negócios derivados da necessidade de um consumo mais racional, eficiente e consciente.

Especificamente em termos de recursos energéticos, nota-se uma transformação já em curso e que tende a se acentuar, derivada da produção não convencional de petróleo e gás, principalmente o *shale gas* nos Estados Unidos e os *oil sands* no Canadá. Concomitantemente, existe uma tendência do aumento da oferta de hidrocarbonetos fósseis convencionais em países não membros da OPEP, como é o caso do Brasil.

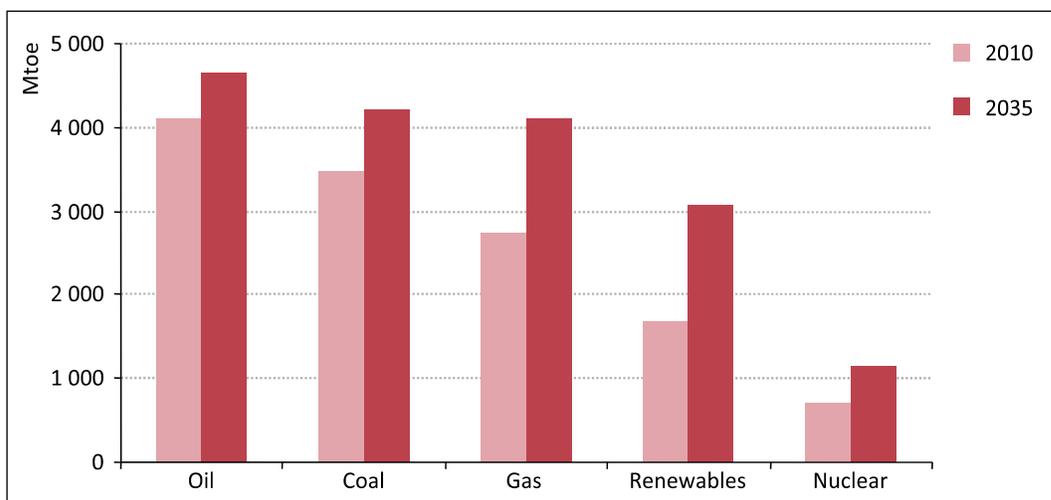
O Relatório BP Statistical Review (2013), apresenta o aumento da oferta de hidrocarbonetos dos Estados Unidos como a “revolução do *shale*”, sendo este o maior fenômeno energético de 2012 pelo lado da oferta de energia. Segundo o relatório, o país registrou os maiores crescimentos de produção de óleo e de gás do mundo e ainda assistiu ao maior aumento de produção de óleo de sua história. Como consequência, os Estados Unidos se tornaram o terceiro produtor de petróleo do mundo, atrás de Arábia Saudita e Rússia, produzindo atualmente duas

vezes mais que a China, o quarto país maior produtor do mundo. Pelo lado da demanda, destaca-se que o gás natural foi o único combustível fóssil a ter um aumento de consumo. Isto ocorreu porque a queda nos preços do gás natural tornou-o competitivo em relação ao carvão e se processou um processo de substituição do carvão pelo gás natural. Em contrapartida, na Europa a dinâmica de consumo foi invertida, em presença de gás natural caro, sobretudo gás liquefeito, os países passaram a consumir mais carvão para a geração de eletricidade. Desse modo, os carregadores de gás natural liquefeito se dirigiram para abastecer os países asiáticos. Assim, o fenômeno dos hidrocarbonetos fósseis nos Estados Unidos, trouxe importantes implicações tanto para o aumento do consumo interno dos combustíveis fósseis como para a geopolítica mundial desses combustíveis (BP, 2013).

Desse modo, em contraste com a necessidade da promoção de uma oferta de energia com menor intensidade em carbono e menores impactos ambientais, os combustíveis fósseis têm mantido sua participação nas matrizes energéticas de diversos países. Segundo o cenário de base de IEA⁹ (2012), os combustíveis fósseis continuarão a ser responsáveis por suprir 75% da demanda mundial por energia. O Gráfico 2 - Demanda de Energia Primária por Combustível ilustra a predominância pela demanda por combustíveis fósseis no futuro, apesar do forte crescimento da energia gerada por fontes renováveis.

Gráfico 2 - Demanda de Energia Primária por Combustível

⁹ *New policies scenario do World Energy Outlook*



Fonte: IEA (2012).

Por sua vez, a questão da oferta de água deve ser tratada com ressalvas devido à concorrência pelo seu uso. De acordo com a Unesco (WWDR4, 2012) a demanda por água concentra-se basicamente em quatro atividades: a agricultura, a produção de energia, os usos industriais e consumo humano. De acordo com estudo conduzido pela consultoria Roland Berger Strategy Consultants (ROLAND BERGER, 2011), a demanda mundial por água crescerá 53% até 2030, assumindo um crescimento econômico médio e ausência de ganhos de eficiência. No caso dos países emergentes, grande parte desta demanda por água advém das atividades agrícolas, vinculada ao expressivo aumento da demanda por alimentos.

Especificamente no setor energético, a água é um insumo essencial, seja para a produção de eletricidade, extração, transporte e processamento de combustíveis fósseis, como para o plantio de culturas energéticas. Em nível global, em 2010, cerca de 15% do total da água retirada foi utilizada para a produção de energia. Devido ao aumento da geração de energia e ao caráter essencial da água para o setor, o consumo de água para a geração de energia deverá aumentar de maneira muito expressiva, atingindo um crescimento de 85%. Tal progressão é motivada sobretudo pelo aumento da geração termelétrica através de usinas de maior eficiência dotadas de sistemas de refrigeração mais avançados (maiores

consumidores de água) assim como pela expansão da produção de biocombustíveis. Desse modo, eventuais restrições ao uso da água afetariam fortemente o setor energético (IEA, 2012).

1.6. Incertezas Climáticas

As alterações climáticas representam um enorme risco à exploração dos recursos naturais e ao equilíbrio da biodiversidade. Logo, podem se constituir em grande obstáculo ao desenvolvimento socioeconômico dado que são uma ameaça para toda a biosfera. De acordo com IPCC (2007), é muito provável que o desequilíbrio do ciclo do carbono e, por consequência as alterações climáticas, sejam oriundas da ação antropogênica desencadeada pelo uso em larga escala de insumos fósseis a partir dos processos de industrialização e urbanização iniciados em meados do Século XVIII¹⁰. Assim, há necessidade de medidas de adaptação aos efeitos considerados como irreversíveis, bem como de medidas de mitigação às emissões. Estas, por sua vez, deverão representar uma importante restrição à expansão da oferta e possivelmente da demanda de energia.

O setor energético é responsável por mais de 60% das emissões mundiais de gases do efeito estufa (UNEP, 2012). Logo, qualquer política de mitigação das alterações climáticas resultará em restrições das possibilidades de expansão da oferta de energia. Neste sentido, mesmo que todas as políticas de redução das emissões de gases do efeito estufa já promulgadas sejam de fato cumpridas, estima-se um crescimento da temperatura anual média de 3,5 °C, podendo ultrapassar 6 °C caso tais políticas não sejam implementadas. Entretanto, a fim de evitar grandes catástrofes climáticas, especialistas defendem que o aumento da temperatura média anual não deve ultrapassar 2 °C (IEA, 2010). Ainda assim, tal aumento de temperatura já provocará importantes alterações do meio ambiente que atestam a pertinência das medidas de adaptação (IEA, 2010).

¹⁰ O estudo atribui uma certeza de 95% ao termo “muito provável”. De acordo com IPCC (2007) a concentração de CO₂ na atmosfera terrestre passou de 280 ppm na era Pré-Industrial para 379 ppm em 2005 enquanto que concentração de metano se elevou de 715 ppb para 1774 ppb no mesmo período.

O nível de emissões associadas ao setor energético deve aumentar caso nenhuma restrição global importante seja imposta. Esse aumento, entretanto, pode conhecer dois ritmos distintos, de acordo com a destinação que será dada às novas descobertas de gás e óleo, convencionais e não convencionais. Se as novas descobertas de gás substituírem a utilização de carvão – como vem acontecendo nos EUA com a intensificação do uso do *shale-gas* para geração de eletricidade e a desativação de centrais a carvão mais antigas – o ritmo de crescimento das emissões será mais lento. Trata-se assim de um “efeito substituição”. Caso o padrão dominante a nível global seja um uso mais intensivo de óleo e gás, e o carvão continuar a ser utilizado em larga escala, teremos um “efeito complementar” em que as emissões de gases de efeito estufa crescerão de forma acelerada (IEA, 2012).

A implementação de uma política global de mitigação e diminuição da emissão de gases de efeito estufa estará condicionada ao ritmo de crescimento da economia mundial. Esta assertiva baseia-se nos reflexos negativos que a crise econômica mundial deflagrada em 2008 tem provocado sobre a política ambiental. As inúmeras reuniões mundiais para tratar deste tema têm resultado em poucas ações concretas e mesmo em retrocessos, tomando-se, como exemplo, o Protocolo de Quioto, que não chegou ainda a ser substituído por um novo acordo global com compromissos vinculantes de redução de emissões.

Em contrapartida, é preciso se analisar os impactos que as alterações climáticas terão sobre os sistemas energéticos com expressiva participação de fontes renováveis. Com base nas alterações climáticas prospectadas para as próximas décadas, o Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ vem desenvolvendo uma linha de pesquisa com vistas a mensurar as consequências destas alterações na segurança energética brasileira. Os resultados da pesquisa indicam uma redução da produção hidroelétrica, especialmente na Região Nordeste, em função da diminuição das vazões. Em contrapartida, o potencial de

geração eólica tende a aumentar. No âmbito da produção de biocombustíveis, o estudo aponta para uma realocação geográfica da produção de etanol e para uma redução do potencial de produção de biodiesel.

2. A Cidade do Futuro

Os especialistas que estudam o tema “Cidade do Futuro” apresentam conceitos distintos em função, tanto de aspectos culturais, como dos desafios econômicos e tecnológicos inerentes ao tema. Os especialistas americanos, por exemplo, tendem a dar a prioridade à questão da mobilidade. Por sua vez, na Europa os estudos dão maior ênfase à função social das cidades. Em comum, há a preocupação com a gestão dos recursos naturais e a importância estratégica que a energia elétrica terá na cidade do futuro.

Na cidade do futuro, os recursos naturais deverão ser utilizados com maior racionalidade e eficiência. Nota-se que os desafios para fazer uma cidade sustentável passam necessariamente pela utilização mais inteligente e eficiente da água e da energia. Além disso, emerge cada vez mais como ponto central a questão da mobilidade, que exigirá o controle de tráfego (facilidade para a circulação dos cidadãos assim como dos bens e serviços produzidos) e das emissões poluentes associadas a essas atividades. Essa posição é compartilhada por MARTINI (2013) incluindo ainda outros pontos. O autor afirma que, embora o conceito de cidade do futuro seja ainda muito abrangente, pode-se identificar alguns objetivos comuns. Estas cidades buscam:

- i. Oferecer aos moradores boa qualidade de vida, explorando o menos possível os recursos naturais disponíveis;
- ii. Reduzir o gasto de energia e de água e ter a máxima autossuficiência nesses dois recursos;
- iii. Gerar pouco lixo e gases poluentes que influenciam o aquecimento global, como o CO₂;

- iv. Ter um sistema eficiente de produção de alimentos, com menor dependência do campo ou de outras cidades; e
- v. Priorizar os deslocamentos a pé, de bicicleta e com meios de transporte menos poluentes.

Para que possam cumprir essas funções, as cidades deverão ser dotadas de uma série de tecnologias fundamentais. A fim de facilitar a análise do problema, diversos estudos internacionais¹¹ propõem seis dimensões de análise dos desafios da cidade do futuro. A subdivisão adotada na Europa (COHEN, 2012), igualmente adotada em países de outros continentes, indica os seguintes temas:

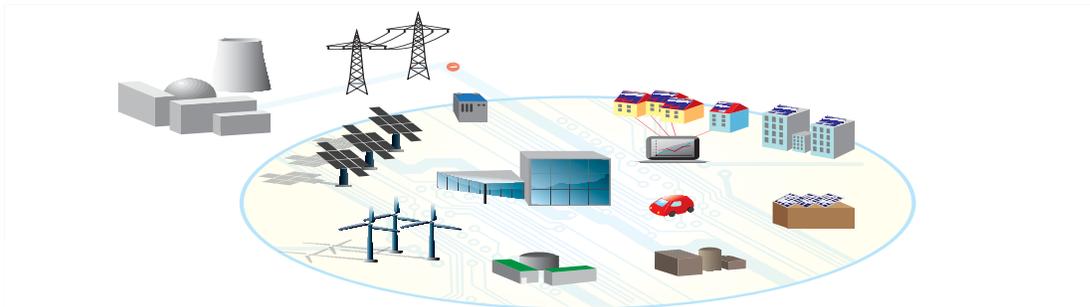
- i. *Smart economy*;
- ii. *Smart mobility*;
- iii. *Smart environment*;
- iv. *Smart people*;
- v. *Smart living*; e
- vi. *Smart governance*.

Esses critérios se articulam entre si como se pode constatar através dos resultados do estudo do Ministério de Economia e Tecnologia da Alemanha¹², sintetizados na Figura 1 - A Cidade Inteligente Alemã.

11 Cita-se como exemplo de estudo: COHEN (2012), SIEMENS (2009) e ROLAND BERGER (2009).

12 Ver apresentação do projeto em www.e-energie.info. Acessado em 23 de abril de 2013.

Figura 1 - A Cidade Inteligente Alemã



Fonte: E-energie, www.e-energie.info

Para que os 6 pontos listados anteriormente estejam articulados entre si, é preciso que a cidade inteligente possua:

- i. **Rede *smart grid***, sistema de gestão imediata e remota da distribuição elétrica da cidade;
- ii. **Centro de operações integrado** que permita a gestão de emergências de diversos órgãos como os bombeiros e policiais;
- iii. **Gerenciamento de transporte público** através de sistemas que possam ser acionados remotamente e sistemas para reduzir o fluxo de veículos, como incitações para a adoção de *car-sharing* e *car-pooling*;
- iv. **Rede de acesso à internet tipo *wi-fi*** em todos os espaços públicos; e,
- v. **Acessibilidade aos serviços** por meio de dispositivos móveis como celulares.

2.1.A Gestão da Infraestrutura na Cidade do Futuro

O surgimento e disseminação das práticas de *smart living*, *smart mobility* e *smart environment* irão resultar em um aumento da importância do gerenciamento do consumo de energia elétrica nas cidades. Desta forma, se faz necessário o exame sucinto destes conceitos pois os mesmos estão estreitamente ligados ao aumento da responsabilidade e da importância estratégica das *utilities* de energia, dado que os centros urbanos terão uma dependência cada vez mais acentuada de energia elétrica.

- i. **Smart living** - Os estudos divulgados pela União Europeia abordam em primeiro lugar questões sociais que influenciam a dinâmica e o comportamento dos habitantes da cidade. A cidade do futuro deve ser densa, mas com pequenos prédios e ecologicamente sustentável. Por exemplo, a arquitetura deve considerar: isolamento termo acústico, vidro duplo, climatização eficaz, recuperação da água da chuva, geração de eletricidade distribuída, inserção de energia solar, entre outros. São questões que impactam e alteram os padrões de consumo e as curvas de carga. Uma questão crucial para países emergentes como o Brasil é o custo destas inovações. Estas inovações e exigências podem ser viáveis economicamente em países com alto nível de renda *per capita*, mas apresentam restrições de difusão em função dos custos serem relativamente altos. Somente com a difusão e com ganhos de escala produtivas estas inovações poderão ser incorporadas aos novos padrões de consumo de países emergentes.
- ii. **Smart mobility**¹³ - A mobilidade urbana é centrada em torno dos transportes públicos, através de diferentes tipos de mobilidade - metrô, ônibus, bonde elétrico (*tram*), bicicleta, etc. As modalidades de *sharing* já

¹³ Este assunto será o objeto analítico do módulo 4 do projeto P&D Aneel-CPFL: A energia e a cidade do futuro

estão presentes em diversos países e portam frutos positivos para os desafios urbanos da cidade em termos de mobilidade e sustentabilidade. Outra abordagem para a solução dos desafios relacionados à mobilidade se baseia na reestruturação do tecido urbano da cidade onde a concentração geográfica das funções de habitação, sociais e de trabalho, reduz as necessidades de mobilidade. Entretanto, essa solução exige elevados investimentos em infraestrutura urbana e é de difícil adoção nas cidades grandes e muito populosas, notadamente em grandes cidades de países emergentes como São Paulo e Rio de Janeiro.

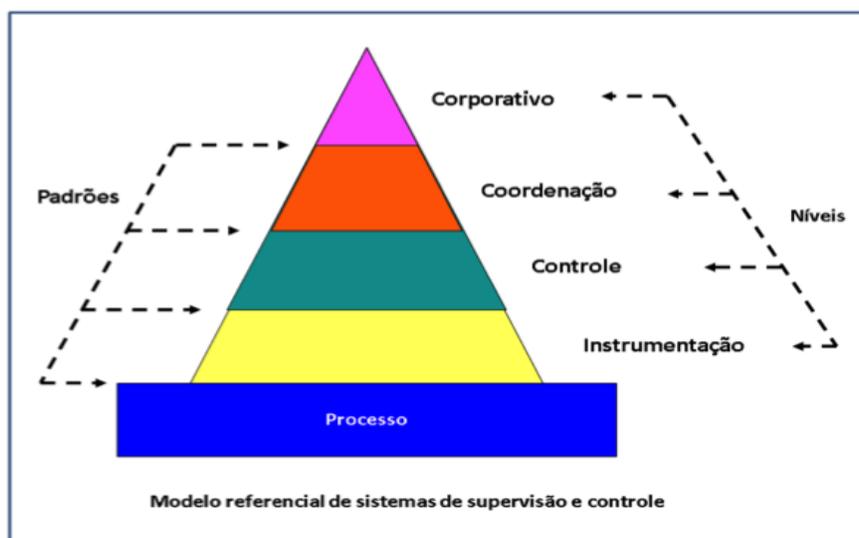
- iii. **Smart environment** - A cidade do futuro administra com parcimônia seus recursos naturais (sobretudo em água e energia) de modo a respeitar os objetivos de sustentabilidade e de política energética, como a redução de emissões poluentes em respeito aos acordos climáticos internacionais. Para isso, há grande progresso na arquitetura e na organização espacial das cidades.

Desse modo, do ponto de vista da organização logística das cidades do futuro, essas três grandes tendências são cruciais para a solução dos problemas aos quais as cidades deverão se deparar no futuro. Como ilustração de cidade que já incorporou esses princípios, MARTINI (2013) relata o caso de uma cidade inteligente na Coréia do Sul que está em desenvolvimento e contempla estes três conceitos. Nela, o sistema de estacionamento será subterrâneo ou coberto para minimizar o efeito de calor urbano e deixar mais espaço aberto para pedestres. Ao mesmo tempo, as garagens terão integração com infraestrutura necessária para carregamento de veículos elétricos com objetivo de facilitar a transição para transportes de baixo nível de emissões poluentes¹⁴.

¹⁴ Ver em <http://www.tecmundo.com.br/historia/2662-a-cidade-do-futuro-esta-em-construcao-na-coreia-do-sul-.htm#ixzz2QCLgswvn>. Acessado em 24 de abril de 2013.

No Brasil, no que se refere à gestão das cidades do futuro merece destaque o projeto piloto *Sistema de Gestão da Infraestrutura Urbana (SIGINURB)* do Campus Universitário da USP em São Paulo, capital. Ali se adota a premissa de que a gestão da infraestrutura das cidades no futuro deverá ter um sistema integrado dos ativos urbanos como água potável, gás, energia elétrica, trânsito e segurança, entre outros, organizado em torno das fases de planejamento, construção, operação, manutenção e descarte, focando na supervisão e controle da infraestrutura. O modelo referencial do sistema de supervisão e controle destacado por MARTINI (2013) está estruturado em níveis que têm como base o processo, que representa a atividade produtiva, como ilustra a Figura 2 - Organização do Sistema de Gestão da Infraestrutura Urbana – SIGINURB- USP.

**Figura 2 -
Organização do Sistema de Gestão da Infraestrutura Urbana – SIGINURB-
USP**



Fonte: MARTINI (2013).

Segundo MARTINI (2013), no nível **Corporativo** são definidos e desenvolvidos os indicadores e as interfaces para atender aos clientes da Gestão Integrada Corporativa. Já no nível de **Coordenação**, são estabelecidas as relações entre os

controles dos processos, identificando suas interferências e formas de atuação coerentes. Por sua vez, o nível de **Controle** é a esfera em que são desenvolvidas e implantadas as funções de controle em cada processo, convergindo para um **Centro de Controle**. Finalmente, na etapa de **Instrumentação** se deve definir e implementar os instrumentos e telecomunicações pertinentes ao sistema de gestão da infraestrutura da cidade do futuro.

Além disso, a comunicação entre os diversos níveis de organização deve seguir rigorosos padrões de eficiência e qualidade. Para que o sistema funcione a contento, uma série de regras devem ser respeitadas como, por exemplo: o **Controle** de cada processo ser feito pela área administrativa competente; cada **Processo** ter sua própria autonomia e responsabilidade operacional. No caso da cidade piloto desenvolvido pela USP, o SIGINURB não interfere na hierarquia administrativa da gestão dos processos nem tão pouco subordina unidades. Trata-se de um sistema de informações em tempo real (operação contínua) que possui um Centro de Coordenação Operacional – CCO que, se solicitado, poderá realizar o controle de processos específicos. Assim, o SIGINURB viabiliza a gestão integrada corporativa dos processos.

O projeto piloto desenvolvido no Campus USP da capital, se apresenta como um excelente laboratório de pesquisa e experimentação para a aplicação de conceitos que formatam a cidade do futuro. A integração de controle de processos existentes, no nível da coordenação, é uma réplica do que poderá ocorrer em grande medida na maioria das grandes cidades brasileiras. Cabe destacar, que os experimentos a serem realizados não se restringem à aplicação de sistemas eletrônicos e computacionais, mas também abrem caminho para o estudo comportamental dos usuários, numa réplica do que se passará em cada cidade que se incorpore as características de uma *smart city*.

2.2.A Gestão da Energia na Cidade do Futuro

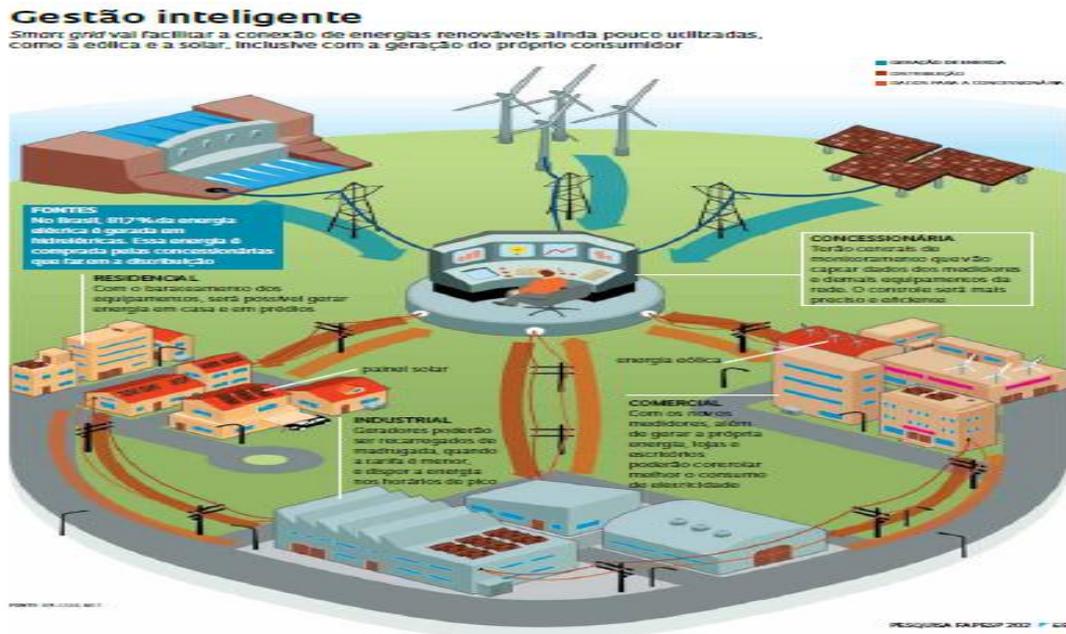
As soluções para os desafios que se relacionam com a cidade do futuro como lugar de vida sustentável e produtivo aumentam a complexidade energética do *locus vivendi*. Neste sentido, para que a geração distribuída, sobretudo a partir de fontes renováveis intermitentes, seja incorporada ao *mix* de oferta de energia é preciso um novo paradigma para a relação entre fontes geradoras e redes de distribuição. Por exemplo, haverá necessidade de compensar as oscilações de corrente e reverter o caráter unidirecional que prevalece desde os primórdios da Segunda Revolução Industrial, quando as bases tecnológicas da indústria de energia elétrica foram constituídas. As redes inteligentes, ou *smart grids*, são essenciais e detêm um papel estratégico neste processo evolutivo e de ruptura de paradigmas, como procura exemplificar a Figura 3 - O Papel das Redes Inteligentes na Cidade do Futuro.

Os principais atributos geralmente apontados às redes inteligentes são:

- a capacidade de acomodar múltiplas opções de geração, em particular de origem renovável, e de armazenamento;
- a capacidade de auto-reparação (*self-healing*) na sequência de eventos disruptivos;
- a resiliência em relação a eventos inesperados, incluindo ataques físicos e cibernéticos;
- a garantia de uma elevada qualidade de serviço;
- permitir a participação ativa dos consumidores em ações de resposta do lado da demanda;
- possibilitar novos produtos, serviços e mercados, com flexibilidade de adaptação a novas necessidades dos consumidores;
- otimizar a utilização das infraestruturas e a eficiência operacional

- providenciar uma gestão mais econômica através da integração de inovações, gestão integrada de recursos do lado da oferta e da demanda, promoção da competição e da regulação.

**Figura 3 -
O Papel das Redes Inteligentes na Cidade do Futuro**



Fonte: MARTINI (2013).

Vislumbra-se que o papel e função das empresas de distribuição de eletricidade serão alterados pela difusão destas inovações tecnológicas. Desta forma, surgirão oportunidades de negócios, seja no *core business* dessas empresas, seja em investimentos em tecnologia associada ao setor elétrico. A fim de gerir com eficiência as novas atividades e oportunidades que se abrem para as distribuidoras com a constituição das cidades do futuro, especial atenção deve ser dada à micro e à mini geração. O desafio central oriundo da disseminação destas tecnologias, já implementadas em várias cidades de países desenvolvidos, é estruturar uma rede de distribuição coletora com sistema bidirecional, onde as residências serão consumidoras e produtoras de energia elétrica. Novos transformadores e subestações bidirecionais deverão ser instalados. Outra exigência será a necessidade de conexão bidirecional entre as linhas de distribuição com as linhas de transmissão.

Além do desafio das distribuidoras de serem capazes de absorver e redistribuir a eletricidade injetada na rede proveniente da geração distribuída, a auto geração provocará um “desaparecimento de carga”, mudando a curva de carga histórica das distribuidoras e a elasticidade renda da demanda de energia elétrica, afetando os estudos dos departamentos das distribuidoras e da própria EPE. Por outro lado, nota-se uma tendência de aterramento das redes de 13.8kV e das conexões dos consumidores, abrindo a oportunidade de implementar o *Smart Grid*, com a modernização dos próprios ativos. Em paralelo, se prospecta uma mudança nos padrões de iluminação pública com a gradativa adoção do sistema de *light-emitting diode* (led) com “dimerização” e atribuição de endereço IP às luminárias. Tal sistema permite o gerenciamento por centros de despacho de iluminação (MARTINI, 2013).

Observa-se assim que os centros de controle das distribuidoras serão a base de um *locus* importante já que serão conectados aos centros de coordenação das cidades, reforçando a importância da cooperação entre as *utilities* prestadoras de serviços público e o poder público que define as metas e o marco regulatório que delimitará o escopo de ação de cada um dos atores do setor (MARTINI, 2013).

3. A Casa do Futuro

A casa típica de 2030 refletirá as alterações dos padrões de vida e da cidade. Entre as mudanças prospectadas, se destacam a robotização e a automatização de diversas atividades até então feitas de maneira mecânica, possibilitando importantes ganhos de eficiência econômica e energética (WISSNER, 2011). Como consequência, serviços como o suprimento de energia e de água, comunicação, saúde, segurança, etc., serão fornecidos em novas bases¹⁵. Neste processo de controle e gerência dos serviços domiciliares deverá haver um acompanhamento sistemático do padrão e evolução do consumo. De acordo com RIBEIRO (2013), as curvas de maturidade das tecnologias indicam que o ritmo de difusão tecnológica junto aos consumidores tem se acelerado. O autor relata que em 2008 já existiam mais bens conectados na rede de telecomunicações (*smartphones*, computadores, eletrodomésticos, etc.) do que habitantes no mundo, e até 2020 o número de bens conectados na rede será aproximadamente de 50 bilhões. Trata-se de uma evolução da sociedade que pode ser caracterizada como uma em “sociedade em tempo real”, onde qualquer pessoa e qualquer bem pode ser conectado na rede, uma era pós-computador com maior desmaterialização dos conteúdos. Observa-se assim que a automatização da casa do futuro será primordial para controlar, regular e gerar essas informações e conectividades com o objetivo de facilitar a vida dos seus habitantes (GSMA, 2011).

A evolução da Casa do Futuro será impulsionada por cinco grandes indústrias (GSMA, 2011). A primeira delas é a indústria de *utilities*. Essas empresas lideram movimento de *smart houses* devido à implementação de *smart meters* e à integração às *smart grids*. Além disso, sua grande base de clientes torna a adoção de novas tecnologias acessíveis, viabilizando um possível “mercado de massa”. A

¹⁵ Como ilustração, MARTINI (2013) apresenta a oferta de serviços de proteção à saúde do idoso em função da tendência crescente de envelhecimento da população. Em uma casa desenvolvida para uma pessoa idosa, o chão poderá ter sensores de pressão capazes de interpretar uma queda. No momento do acidente, a emergência é acionada automaticamente. Mesmo que a vítima esteja inconsciente, o socorro é chamado.

segunda indústria que irá impulsionar a evolução é a de segurança, cujas empresas buscam trazer soluções integradas com controle remoto e automatizado. Suas tecnologias incluem o monitoramento remoto da residência e sistemas capazes de prever comportamento de possíveis intrusos. A terceira indústria a liderar o processo é a de saúde, cujos investimentos serão focados em serviços móveis e monitoramento inteligente, para atender principalmente a população em envelhecimento. Dentro desse escopo, a indústria de saúde desenvolve tecnologias de acesso remoto a monitoramento fisiológico e estatísticas de indicadores de saúde e de assistência funcionando ininterruptamente, 24 horas por dia, todos os dias da semana (“24/7”), com sistema de socorro automático em situações de emergência. A quarta indústria é a de entretenimento, que inclui desenvolvimento de aparelhos residenciais com maior conectividade, como *Smart TV* e consoles de videogames, e oferecimento de serviços de acesso a conteúdos personalizados e remoto, como o serviço de *TV on demand*. Finalmente, a quinta indústria a participar da evolução das casas inteligentes é a de telecomunicações com empresas que trabalham numa lógica transversal, sendo viabilizadores e desenvolvendo novos modelos de negócio. Nesse escopo, desenvolvem plataformas e softwares capazes de integrar diferentes aparelhos e serviços.

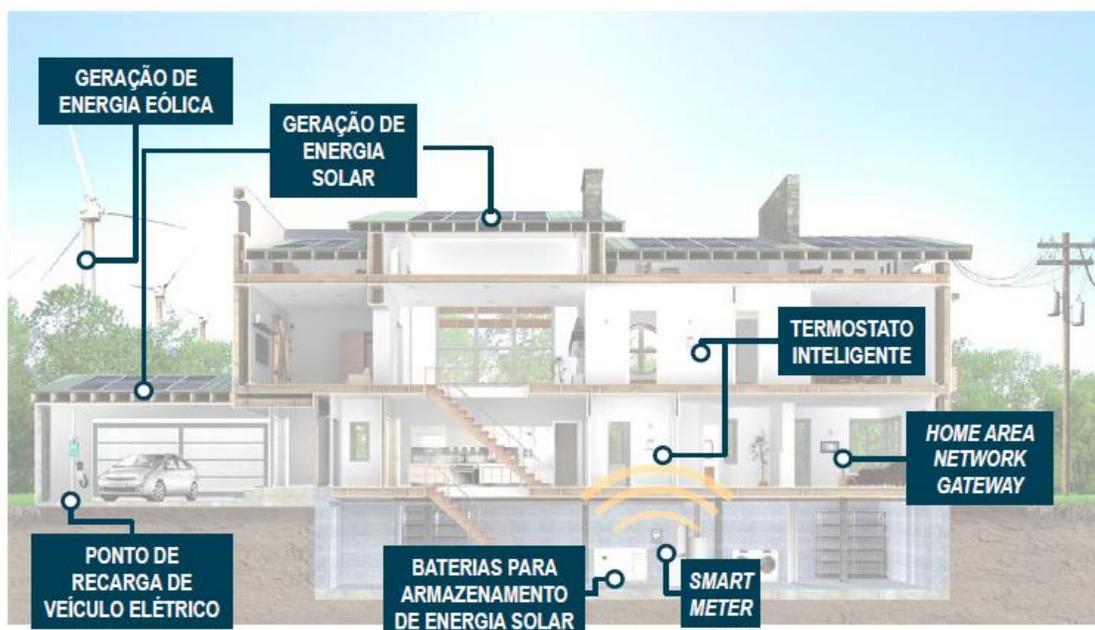
A comunicação entre os diversos aparelhos domésticos, através de medidores inteligentes e sistemas gerenciadores centrais será um traço marcante destas casas. Este processo será facilitado pela adoção de uma única plataforma de comunicação, garantindo a ligação sem esforço de qualquer aplicação e permitindo a interoperabilidade entre os fabricantes (RIBEIRO, 2013). Em analogia com o sistema *wi-fi* que permitiu a difusão internet sem fio nas residências, prédios e espaços públicos, a casa do futuro precisará de um sistema único e normatizado que possibilite a programação dos aparelhos conectados.

Em termos energéticos, vislumbra-se a emergência da figura do consumidor-gerador com a adoção de soluções locais para a geração de parte, ou toda, eletricidade de

que necessita (LIM, 2011). Concomitantemente, destaca-se o papel de ponto de recarga para os veículos elétricos. Conforme BORBA (2012), a conexão destes veículos ao sistema elétrico das residências permitirá que as baterias dos mesmos atuem como armazenador da energia gerada a partir de fontes renováveis e por consequência, contribuirá para mitigar o impacto sobre o sistema elétrico da intermitência destas fontes.

Logo, a automatização das casas também será vital na geração de dados que orientem a operação, controle e planejamento das empresas de distribuição de energia elétrica. Em paralelo, é essencial o desenvolvimento das *smart grids* que, por exemplo, através dos *smart meters*¹⁶, permitirão que o consumidor saiba seu consumo (produção) e quais são os custos (receitas) envolvidos¹⁷. A Figura 4 - A Gestão da energia na casa do futuro ilustra como podem ser feitos a gestão e a produção de energia na casa do futuro.

Figura 4 - A Gestão da energia na casa do futuro



¹⁶ Estimativas otimistas indicam que os medidores inteligentes residenciais estarão presentes em 25% das casas do mundo em 2016 (IDC, 2011). Eles já estão presentes em quase 100% das habitações da Suécia ou da região de Ontario, no Canadá, por exemplo.

¹⁷ Nota-se que onde já foram introduzidos (como nas internacionais Masdar e Seoul, e as nacionais Sete Lagoas, Aparecida e Búzios, entre outras), e onde existe mercado de preços de eletricidade hora a hora (bandeiras tarifárias), os consumidores adaptaram seus hábitos domiciliares de modo a consumir eletricidade nas horas em que isso lhe custe o menos possível (MME, 2010).

Fonte: Elaboração própria.

4. Padrões de Consumo

O nível de atividade e a estrutura econômica em conjunto com o nível de eficiência com que se utilizam os recursos energéticos determinam o nível de consumo de energia de uma determinada região (PINTO JUNIOR *et al.*, 2007). Entretanto, dadas as grandes modificações vislumbradas para os próximos anos, que foram apresentadas nas seções anteriores, algumas questões mais específicas devem ser consideradas no exame das perspectivas do consumo de energia, em especial de energia elétrica, na década de 2030. GUERREIRO (2013) identifica as seguintes variáveis como os vetores responsáveis pelos padrões de consumo futuro no setor elétrico brasileiro:

- i. alteração do perfil socioeconômico da população;
- ii. difusão da informação e do conhecimento;
- iii. surgimento e acelerada difusão de inovações e novas tecnologias;
- iv. aumento e melhoria na distribuição da renda; e
- v. restrições impostas pelo condicionamento da oferta de energia às crescentes exigências ambientais.

O conjunto desses “vetores do futuro”, em particular os associados aos avanços tecnológicos, irá provocar mudanças qualitativas e quantitativas no padrão de consumo de energia. A modernização das cidades associada a uma maior preocupação com a questão ambiental resultará no atendimento da demanda por serviços energéticos através de soluções mais eficientes. Ocorrerá um aumento da importância relativa da eletricidade no atendimento das demandas energéticas, com a automação de diversos processos anteriormente realizados de forma mecânica (IEA, 2011). Esse movimento de dependência é observado pelo aumento da participação da demanda elétrica em relação à demanda energética (IEA, 2012).

Devido à grande dependência que se terá da eletricidade, as exigências com sua qualidade também tendem a crescer e as consequências de interrupções de suprimento e mesmo de pequenas oscilações serão cada vez mais graves, exigindo alterações nos padrões de qualidade definidos pelo agente regulador e isto deverá impactar o custo do serviço. A evolução dos indicadores de qualidade evidencia essa tendência. Enquanto na década de 1990 os indicadores de duração equivalente de interrupção por unidade consumidora (DEC) e de frequência de interrupção por unidade consumidora (FEC) eram respectivamente 26,09 e 20,13, em 2010 eles já tinham avançado para 18,36 e 11,30 sendo a expectativa para 2030 a redução para 4,09 e 5,45, respectivamente (ABRADEE, 2013).

Neste sentido, haverá, não apenas a inserção no mercado de produtos mais eficientes movidos à eletricidade, como também, a disseminação dos mesmos. O exemplo mais relevante desta tendência será a crescente inserção de veículos elétricos na frota: seu motor apresenta rendimentos muito superiores aos veículos tradicionais, que funcionam com motores a combustão interna e, além disso, não emite gases poluentes durante sua utilização¹⁸. No caso brasileiro, o aumento da renda e a melhoria da distribuição de renda, com o do crescimento da classe média, serão decisivos para que esta tendência se aplique ao Brasil.

Neste contexto de maior interação entre sociedade civil, empresas do setor energético e agentes institucionais, a definição de novas regras de mercado e regulatórias deverão ser mais representativas e aderentes às preferências dos consumidores¹⁹. Estas têm apontado para a adoção de instrumentos de fomento a

¹⁸ O veículo elétrico chega a ser de quatro a cinco vezes mais eficiente do que o veículo a combustão interna. Para mais, ver BULK (2009).

¹⁹ Com efeito, mecanismos técnicos, assim como instrumentos fiscais e regulatórios que agem sobre a gestão da demanda de energia ainda não tiveram seu potencial devidamente explorado. Estima-se que sejam importantes instrumentos de promoção de eficiência energética. A título de exemplo, a introdução de *smart meters* pode proporcionar aos consumidores uma grande quantidade de informação sobre o seu consumo de eletricidade, como, por exemplo, o uso de cada aparelho e o custo associado a sua utilização. Associados à introdução das redes inteligentes, estimulam o uso racional de energia (DARBY, 2010). Portanto, se a adoção e disseminação das redes inteligentes constitui um desafio para os atores envolvidos - consumidores, *utilities*,

fontes renováveis e a eficiência energética, dado o aumento da preocupação com a preservação do meio ambiente. Tais mudanças, associadas a uma maior compreensão das regras regulatórias e de mercado, podem fazer com que a demanda por energia não responda meramente ao preço, mas também seja influenciada pela pré-disposição dos consumidores a pagar por tecnologias mais eficientes²⁰, sendo esta tendência maior nas áreas de concessão com maior poder aquisitivo, como é o caso de Campinas.

Nesse sentido, a adoção das *smart grids* é um *pré-requisito* essencial. WISSNER (2011) discorre sobre a importância das tecnologias de informação e comunicação (TIC) para o funcionamento e modernização do sistema elétrico na Alemanha. Em linhas gerais, os resultados encontrados podem ser transpostos para o caso brasileiro. De acordo com o autor, o setor elétrico sofreu três grandes mudanças que pedem adaptações no modo de operação para continuar a funcionar a contento. Entre as mudanças ele destaca a liberalização do setor elétrico, que provocou a multiplicação de atores, processos e operações do setor; o aumento da geração de origem distribuída, majoritariamente oriunda de fontes renováveis e de natureza intermitente com potencial de provocar fortes oscilações de corrente e, por último, a necessidade de respeitar os crescentes requisitos de aumento de eficiência energética, presente nas políticas energética e climática do governo alemão. A reunião desses fatores demanda uma nova maneira de se operar o sistema elétrico e uma alternativa é a introdução das TICs. Essas podem proporcionar importantes ganhos de eficiência econômica e energética ao facilitar a integração via informação das atividades que foram desverticalizadas (geração,

reguladores e governo – ela também constitui um importante instrumento de controle e de gestão da demanda de eletricidade.

²⁰ Nestes termos, merece ser destacado a importância da evolução do marco regulatório de modo que ele incorpore as evoluções tecnológicas e sociais que estão em curso, pois praticamente todas as tendências associadas à cidade e à casa do futuro vão requerer mudanças regulatórias. Para que isso aconteça, será necessário desenvolver o conceito de conveniência tarifária, que deverá se sobrepor ou conviver com o atual princípio da modicidade tarifária. Explica-se: será preciso admitir que convém pagar mais por certa tecnologia com base em sua conveniência, mesmo que isto implique, ao menos em um primeiro momento, em um custo maior para o consumidor.

transporte, distribuição e comercialização) na maioria das reformas institucionais dos setores elétricos ao redor do mundo.

A introdução das TICs permite no campo da geração uma maior participação das fontes de energia renovável nos portfólios de geração. Uma importante evolução que ela pode proporcionar é a integração de diversas micro geradoras em uma só, nomeada uma planta virtual. Essa pode ser gerida de acordo com as necessidades do sistema, garantindo uma importante margem de reserva para a operação ótima do sistema. Do lado da distribuição, as TICs são essenciais para a disseminação de mecanismos de controle de demanda de eletricidade (*demand-side management e demande response*)²¹. Através das informações oriundas dos medidores inteligentes, os distribuidores têm amplo conhecimento da carga de seus sistemas e podem garantir a estabilidade e qualidade da eletricidade entregue através de suas redes. Além disso, em presença de precificação de eletricidade em tempo real, os consumidores se tornam mais sensíveis ao horário de consumo, colaborando com a redução do pico da demanda.

Observa-se assim que a sensibilidade dos consumidores com relação aos impactos relacionados ao uso de energia pode se tornar um importante vetor de mudança da matriz energética, provocando alterações na oferta e, sobretudo, na demanda de eletricidade. Os consumidores de energia podem visar à redução de seu consumo por razões econômicas ou motivados por questões de conservação de energia devido à maior preocupação com o impacto ambiental associado à geração da eletricidade que ele utiliza²².

²¹ As unidades consumidoras só serão eficientes diante a introdução das TICs pois são elas que permitem à automação dos sistemas e acionamento à distância de diversos aparelhos e procedimentos, como o desligamento de aparelhos de climatização em presença de uma janela aberta, ou do desligamento da luzes na ausência de seus ocupantes (WISSNER, 2011).

²² Existe um grande potencial para a economia de energia sem que o conforto dos habitantes seja prejudicado. Há estudos que apontam que mudanças de comportamento podem gerar economias de energia tão elevadas quanto as proporcionadas por soluções apenas tecnológicas (LOPES *et al.*, 2012).

5. Desafios e Oportunidades no Setor Elétrico

As mudanças nos padrões de consumo prospectados para os próximos 20 anos terão importantes consequências sobre o setor energético, especialmente para o setor elétrico. Desta forma, serão necessários ajustes regulatórios e um reposicionamento empresarial por parte das empresas das firmas do setor. Contudo, a proposição de uma agenda regulatória a ser discutida nos próximos anos e a elaboração de estratégias empresariais requer a identificação das questões que irão impactar o setor elétrico em esferas que incluem as perspectivas da matriz elétrica brasileira e as tendências operativas, mobilidade elétrica, redes inteligentes, tendências regulatórias, economia de baixo carbono. O objetivo desta seção é justamente levantar as questões a serem analisadas de forma minuciosa no projeto “A Energia na Cidade do Futuro”.

5.1. Matriz Energética

Dentro do tema de matriz energética, as principais questões a serem examinadas são referentes aos impactos da introdução de novas tecnologias na matriz mundial e brasileira, o posicionamento do governo e da sociedade em relação a esse novo cenário e os impactos na cidade do futuro.

- Qual o cenário de evolução tecnológica das fontes estabelecidas de energia? Qual é a matriz esperada para o Brasil e o Mundo?
- Quais são as possíveis tecnologias a serem implementadas até 2030?
- Quais são os desafios para os agentes do sistema nesse novo cenário de matriz energética?
- Quais serão os impactos da introdução de energias intermitentes?
- Qual será o posicionamento do governo em relação às fontes renováveis vs. fontes fósseis e nuclear?

Além destas questões, foram identificados também as seguintes oportunidades e riscos:

Quadro 1 - Oportunidades e Riscos e Desafios, Matriz Energética

Oportunidades	Riscos e Desafios
1. Geração de energia através de biomassa agrícola;	1. Necessidade de criação de incentivos e leis para geração por resíduos (e.x.: tarifa diferenciada, Lei Municipal de Lixões etc.);
2. Geração por resíduos;	
3. Investimento em geração distribuída;	2. Impactos da maior participação de fontes intermitentes na matriz (e.x: necessidade de investimento em tecnologias de armazenamento de energia).
4. Investimento em fontes térmicas como gás natural e carvão.	

5.2. Mobilidade Elétrica

Mobilidade Elétrica representa um exemplo contundente do aumento da dependência do consumidor em relação à energia elétrica e da crescente importância que será dada às tecnologias verdes. Desse modo, é imperativo examinar os impactos da introdução de carros elétricos para as *utilities* de energia e a infraestrutura necessária para a introdução e disseminação das novas tecnologias na cidade do futuro. As questões mapeadas foram as seguintes:

- Quais são os desafios relacionados à mobilidade urbana e como o conceito de mobilidade elétrica pode enfrentar esses desafios?
- Quais são as tecnologias atuais e esperadas para os veículos elétricos?
- Qual o impacto da introdução do veículo elétrico para a rede e as *utilities* de energia?
- Quais são os principais *drivers* para introdução e aceitação do veículo elétrico?

- Como o aumento do uso de veículos elétricos impactará a infraestrutura de edifícios e residências? Há oportunidades para desenvolvimento de serviços e produtos?

Ainda dentro do tema de mobilidade elétrica, levantaram-se as seguintes oportunidades e desafios para a Cidade do Futuro:

Quadro 2 - Oportunidades e Riscos e Desafios, Mobilidade Elétrica

Oportunidades	Riscos e Desafios
1. Desenvolvimento de postos de abastecimento de veículos elétricos;	1. Necessidade de maior gestão de oferta de energia na rede;
2. Venda de serviços de instalação de infraestrutura residencial e empresarial para veículos elétricos;	2. Necessidade de adaptação das políticas operativas e de planejamento;
3. <i>Joint ventures</i> com montadoras e empresas de bicicletas elétricas.	3. Necessidade de integração da infraestrutura própria com demais provedores de serviços de mobilidade urbana (e.g. VLT, carros comunitários e outros).

5.3. Distribuição Inteligente

Distribuição Inteligente aborda a questão da implantação de redes inteligentes na Cidade do Futuro, os custos e benefícios que ela irá gerar e o tempo que será necessário para sua implantação generalizada. As principais questões levantadas foram as seguintes:

- Qual o *timing* para a implantação dessas novas tecnologias (*smart meter/grids*)? Seria viável pensar em 2030?
- Quais são os principais obstáculos para implementação dessas tecnologias para o Brasil? Há desafios relacionados à adoção dessas tecnologias pelo consumidor nacional?
- Quais os limites para o aumento da produtividade para além da tecnologia? Até que ponto as novas tecnologias poderão aumentar a produtividade?
- Quais mudanças devem ser introduzidas nas topologias de rede com a maior penetração de geração distribuída?
- Qual o papel das redes de corrente contínua no futuro da transmissão e distribuição?
- Como gerir os ativos de forma a maximizar seu potencial e postergar a necessidade de investimentos?
- Quais as oportunidades decorrentes do uso de *smart meters*?
- Como lidar com essas informações geradas pelos aparelhos e medidores inteligentes de forma a manter a privacidade dos clientes? E de que forma esses dados/inteligência podem ser usados para novos negócios?

A partir dessas questões, foram levantadas oportunidades e desafios para o setor elétrico que são relacionadas à distribuição inteligente:

Quadro 3 - Oportunidades e Riscos e Desafios, Distribuição Inteligente

Oportunidades	Riscos e Desafios
1. Oferta de serviços de informação como diagnóstico de consumo;	1. Garantia de retorno dos investimentos na rede;
2. Compartilhamento de medidores/infra de comunicação com outras <i>utilities</i> ;	2. Investimento em enterramento de cabos;
	3. Maior exigência de confiabilidade

<p>3. Compartilhamento e investimento de infra subterrânea;</p> <p>4. Venda de serviços de transmissão de dados via rede de distribuição;</p> <p>5. Gestão de serviços públicos como iluminação pública;</p> <p>6. Oferecimento de serviços e equipamentos.</p>	<p>elétrica na rede;</p> <p>4. Maior exigência na prestação de serviços e atendimento ao consumidor.</p>
---	--

5.4. Tendências Operativas Setor Elétrico Brasileiro

As Tendências Operativas do Setor Elétrico Brasileiro consistem em questões como a geração complementar ao parque hídrico, a intermitência das fontes renováveis e as inovações que já ocorrem e que serão necessárias no planejamento e na operação do setor, entre outras. Em caráter preliminar, é possível identificar as seguintes questões :

- Quais ferramentas serão necessárias para operar o sistema hidro-térmico brasileiro com as mudanças na matriz elétrica?
- Qual a confiabilidade das fontes intermitentes para suprimento de energia e potência?
- Qual o nível de reserva necessária e quais serão as fontes/tecnologias para uma operação segura e confiável?
- Qual será o papel dos operadores de micro *grids* e como se relacionarão entre si e entre o operador nacional?
- Como será a operação da rede de distribuição da cidade do futuro?
- Em que medida podemos esperar o armazenamento de energia nas residências (por exemplo: aquecimento de água, utilização de baterias dos carros elétricos, baterias estacionárias, outros)?
- Qual será o indicador de qualidade do futuro?

Além disso, o Quadro 4 traz as oportunidades e os riscos e desafios para o setor elétrico que se inserem dentro do tema de Tendências Operativas.

Quadro 4 - Oportunidades e Riscos e Desafios, Tendências Operativas SEB

Oportunidades	Riscos e Desafios
1. Centro de operação único para toda a infraestrutura da cidade;	1. Coordenação de esforços de planejamento, operação e manutenção dos múltiplos agentes do setor;
2. Desenvolvimento de serviços ancilares pelas <i>utilities</i> ;	2. Planejamento da expansão e operação das redes e fontes energéticas;
	3. Manutenção/elevação dos níveis de confiabilidade da Rede Básica.

5.5. Ambiente Estratégico

O tema Ambiente Estratégico suscita muitas questões a serem aprofundadas, principalmente relacionadas ao novo papel que a distribuidora terá na cidade do futuro e ao posicionamento das *utilities* como um todo nessa cidade. As questões levantadas dentro desse tema foram:

- Qual será o papel das distribuidoras com a maior geração distribuída, eficiência energética e outras tendências?
- Como os serviços de eficiência energética podem expressar um novo modelo de negócios?
- Como lidar com informações geradas pelos aparelhos e *smart meters*, de forma a manter a privacidade? De que forma esses dados podem ser usados para novos negócios?
- Como serão os serviços "fora do fio"? Quais as oportunidades nessa área?
- Dentro desse cenário de novos produtos/serviços, de que forma se dará a segmentação de clientes e como serão tratadas as diferenças entre eles?

- Haverá maior integração da cadeia de valor (ex. fabricação de equipamentos, oferta de serviços)? E entre *utilities* de outros setores? (ex. telecom, tecnologia)?
- Quais parcerias estratégicas serão chave para o sucesso das empresas elétricas? Visão de grupo vs. empresas? Quais vantagens o setor tem na verticalização? (e.x. fornecedores)?
- Qual será a evolução no número de agentes no setor elétrico brasileiro? E a natureza desses agentes?
- Que tipo de reorganização interna (RH) seria necessária para suportar os novos negócios?
 - Capacitação RH
 - *Change management*
 - Gestão de *stakeholders*
 - Ampliação do escopo de benchmark
- Como será a gestão de ativos: ativos atuais vs. novos ativos vs. serviços?

O novo Ambiente Estratégico também estimulou o levantamento de diversas oportunidades, seja para a gestão interna das empresas, seja para o setor energético como um todo, conforme apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Oportunidades e Riscos e Desafios, Ambiente Estratégico

Oportunidades	Riscos e Desafios
1. Oferta de serviços de geração distribuída;	1. Competição com outras <i>utilities</i> e empresas fora do setor;
2. Oferta de serviços para atender novas demandas do consumidor (conforto/desejo) e.x.: automação	2. Aquisição de <i>know-how</i> hoje não existente na empresa;
	3. Maior complexidade na gestão do

<p>residencial;</p> <p>3. Verticalização da cadeia a partir da aquisição de fornecedores - produção de ativos físicos;</p> <p>4. Fusão/aquisição de outras empresas fora do setor elétrico;</p> <p>5. Serviços de gestão integrada de serviços públicos e cidades;</p> <p>6. Surgimento da função de gestor de <i>utilities</i></p> <p>7. Desenvolvimento de parcerias com instituições internacionais e nacionais e incubadoras.</p>	<p>consumo/consumidor;</p> <p>4. Adaptação do consumidor para um novo modelo de negócio;</p> <p>5. Desenvolvimento de profissionais capazes de atuar nesse novo modelo/ambiente de negócios.</p>
---	--

5.6. Tendências Regulatórias

Qualquer oportunidade ou planejamento relacionados ao setor energético está circunscrito pela regulação estabelecida. Portanto, ao se tratar da Energia na Cidade do Futuro, é fundamental tratar-se também das tendências regulatórias associadas. Nesse contexto, o mapeamento de questões passou por temas abrangentes, como o papel do regulador, até temas mais específicos, como amortização de investimentos e criação de novas tarifas no ambiente da cidade do futuro.

- Quais os reais benefícios da maior liberalização do mercado brasileiro? Qual o nível factível/desejado? Quais os impactos?

- Qual o nível de independência regulatória que será conferido às comercializadoras? Livre comércio (ex.: varejo) ou realidade similar a indústria bancária?
- Como lidar com informações geradas pelos medidores inteligentes de forma a manter a privacidade dos clientes?
- Qual a visão sobre a influência do consumidor brasileiro na regulação de energia? Modelos regulatórios como o RIIO²³ são uma tendência? Quais os cenários possíveis para o Brasil?
- Qual deverá ser o papel das políticas públicas no processo de formação de uma cidade do futuro que incorpore as novas tecnologias esperadas em 2030? Que barreiras regulatórias deverão ser vencidas? Qual deverá ser o novo marco?
- Qual o papel do regulador na expansão do parque gerador - MME, Aneel, mas também IBAMA?
- Quais os instrumentos de regulação necessários para a transformação do setor elétrico? Quais são os possíveis modelos de incentivo para melhora da operação de D e T?

O Quadro 6 traz as principais oportunidades e os riscos e desafios envolvidos nas tendências regulatórias.

Quadro 6 - Oportunidades e Riscos e Desafios, Tendências Regulatórias

Oportunidades	Riscos e Desafios
1. Gestão de consumo dada maior complexidade resultante da criação de novas tarifas;	1. Adaptação a um modelo regulatório ainda desconhecido;
2. Troca de clientes entre	2. Ciclos de revisão tarifária cada vez

²³ RIIO é um acrônimo para Return = Input + Innovation + Output, novo modelo de definição de tarifas (*price control*) implantado pela Ofgem, agência reguladora de gás e eletricidade do Reino Unido, a ser aplicado no período entre 2015 e 2023. Ao contrário do regime em vigor até o momento, baseado no modelo RPI-X (similar ao adotado no Brasil pela Aneel), o desempenho das empresas é medido com base em indicadores mensuráveis (*outputs*) e não apenas em relação a um custo alvo de operação.

distribuidoras em um cenário de maior liberalização do mercado;	mais agressivos;
3. Influenciar para introdução de modelos regulatórios com maior independência dos reguladores.	3. Maior pressão da sociedade sobre os reguladores, especialmente em âmbito ambiental - efeito NIMBY.

5.7. Economia de Baixo Carbono

Um dos temas mais relevantes é sustentabilidade e o desenvolvimento de tecnologias verdes. A discussão sobre a Economia de Baixo Carbono se insere nesse contexto e levanta questões importantes acerca do impacto que o novo consumo consciente terá no meio ambiente, dos incentivos relacionados à eficiência energética e os impactos na cidade do futuro.

- É possível compatibilizar o aumento de renda do brasileiro médio com o consumo consciente? Isto é, como atender uma demanda reprimida de consumo da classe emergente com questões como impacto ambiental?
- De que forma o conceito de consumo consciente será assimilado pelo consumidor? Como as *utilities* podem contribuir/se beneficiar nesse processo?
- De que forma o consumidor, empresas e agentes responderão ao trade-off qualidade/sustentabilidade vs. preço?
- Qual será o papel do custo de CO₂ na expansão e operação do Setor Elétrico Brasileiro? Qual o nível desejável/necessário de incentivos e penalizações para influenciar expansão limpa do Setor Elétrico Brasileiro?
- Qual o custo para empresas e sociedade para internalização dos impactos ambientais do setor elétrico brasileiro?

- Qual o impacto das mudanças climáticas nas políticas de planejamento, expansão e operação do setor elétrico brasileiro?
- Qual o impacto nas cidades das políticas de plano de expansão e operação do setor elétrico brasileiro?
- Quais os incentivos econômicos para a eficiência energética?

No Quadro 7 estão relacionadas as oportunidades e os riscos e desafios inseridos no tema de Economia de Baixo Carbono.

Quadro 7 - Oportunidades e Riscos e Desafios, Economia de Baixo Carbono

Oportunidades	Riscos e Desafios
1. Investimento em tecnologias verdes e fontes renováveis; 2. Geração por resíduos e biomassa agrícola; 3. Posicionamento da marca como empresa verde; 4. Entrada no mercado de crédito de carbono. 5. Ganhos em eficiência energética; redução do consumo de eletricidade por aparelho movido à eletricidade.	1. Aumento da pressão por práticas ambientais com possível impacto sobre margem; 2. Vulnerabilidade às oscilações do clima e às mudanças climáticas; 3. Custo de CO ₂ impactando a competitividade das distribuidoras e.g.: pagamento por emissões de CO ₂ ; 4. Necessidade de alinhar planejamento de expansão e políticas energéticas à crescente pressão sobre impacto ambiental do setor elétrico brasileiro. 5. Redução do mercado para a distribuidora de eletricidade, com possíveis alterações das curvas de

	carga.
--	--------

Conclusão

A análise do comportamento do consumidor e a consequência deste para o setor elétrico no horizonte temporal de 2030 indica para um grande crescimento da geração distribuída e da complexidade das redes elétricas. As redes elétricas de distribuição passarão a ser inteligentes, desempenhando o papel de novos pilares do sistema elétrico do futuro. Graças às redes inteligentes será possível incorporar conjunto de novos de serviços e automatizar uma série de atividades de modo a promover uma utilização mais eficiente, racional e sustentável da energia. Os desafios são importantes e urgentes, em especial para um país como a dimensão continental e diferenciação social do Brasil.

Deverá ser implementada infraestrutura condizente com as novas prestações de serviços e adotados novos padrões de operação e regulação do sistema elétrico como é o caso do impacto da difusão da geração distribuída. Neste processo, haverá alteração e ajustes no marco institucional e principalmente regulatório a fim de se adequar aos novos modelos de negócios vinculados a uma gama de novos serviços e produtos a serem oferecidos pelas distribuidoras. Possivelmente políticas de promoção da economia de baixo carbono também entrarão do *deck* de serviços a serem oferecidos às casas e cidade do futuro.

Em um futuro onde se busca uma redução do consumo de energia nos centros urbanos urbano, diversas das soluções apresentadas passam por uma maior dependência do consumo de eletricidade. Isso, por sua vez, impactará fortemente o nível de atividade das empresas de distribuição incrementando a complexidade da gestão de seus ativos e do fornecimento diferenciado de eletricidade aos seus consumidores.

Nesse contexto, diante das transformações que as cidades deverão sofrer, o papel das distribuidoras de eletricidade tem que se adequar e influenciar a configuração

dessa nova realidade urbana e social. O desenvolvimento da distribuidora, enquanto vetor de transformação será fundamental para assegurar uma boa coordenação entre as atividades que ocorrerão no seio da cidade/casa do futuro. A fim de gerir com sucesso suas novas atividades, a distribuidora deverá estar pronta a conviver com um aumento da geração distribuída oriunda de instalações industriais e de unidades residenciais que serão conectadas à rede de distribuição. Além do desafio de ser capaz de absorver e redistribuir a eletricidade injetada em sua rede proveniente da geração distribuída, a auto geração tenderá a provocar um “desaparecimento de carga” mudando o perfil de carga das distribuidoras e impactando os estudos de planejamento setorial. Os centros de controle das distribuidoras deverão estar conectados aos centros de coordenação das cidades reforçando a importância da cooperação entre as *utilities* prestadoras de serviços público e o poder público que definirá as metas e o marco regulatório que delimitará o escopo de ação de cada um dos atores do setor.

Referências bibliográficas

ABRADEE, Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. *Programa de Benchmarking*. Disponível em: < <http://www.abradee.com.br/abradee/atividades/programa-benchmarking> >. Acesso em 13 de maio de 2013.

BORBA, B. S. M. C. *Modelagem Integrada da Introdução de Veículos Leves Conectáveis à Rede Elétrica no Sistema Energético Brasileiro*. Tese de Doutorado. PPE/COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2012.

BP GROUP, *Statistical Review of World Energy*, Junho 2013. Disponível em: < http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statisticalreview/statistical_review_of_world_energy_2013.pdf >. Acesso em 18 de junho de 2013.

BULK, J. v D. *A cost and benefit analysis of combustion cars, electric cars and hydrogen cars in the Netherlands*. Wageningen University, 2009.

DOSI, G. (1984). *Mudança Técnica e Transformação Industrial – A Teoria e uma Aplicação à Indústria dos Semicondutores*. Editora Unicamp. Campinas, 2006.

COHEN, B.. *The Top 10 Smartest European Cities*. Disponível em < <http://www.fastcoexist.com/1680856/the-top-10-smartest-european-cities#1> >.

Acesso em 10 de abril de 2013.

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

GSMA, Groupe Speciale Mobile Association. *Vision of Smart Home: The Role of Mobile in the Home of the Future*. Londres, Setembro de 2011.

GUERREIRO, A.. Novos paradigmas de consumo – O comportamento do consumidor em 2030 e seus impactos para o setor energético. In: *Workshop Padrão de Consumo, 1*. Campinas, 2013, São Paulo.

IEA, International Energy Agency. *World Energy Outlook Special Report*. Disponível em <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2013/energyclimatemap/RdrawingEnergyClimateMap.pdf> >. Acesso em 10 de junho de 2013.

IEA, International Energy Agency. *World Energy Outlook 2012*. IEA. Paris, 2012.

IEA, International Energy Agency. *World Energy Outlook 2011*. IEA. Paris, 2011.

IEA, International Energy Agency. *World Energy Outlook 2010*. IEA. Paris, 2010.

IEA, International Energy Agency. *Transport, Energy and CO2 – Moving Toward Sustainability*. IEA. Paris, 2009a.

IEA, International Energy Agency. *Technology roadmap: Electric and plug-in hybrid electric vehicles*. IEA. Paris, 2009b.

IEA, International Energy Agency. *From 1st to 2nd – Generation Biofuel Technologies: an overview of current industry and RD e D activities*. IEA. Paris, 2008a.

IEA, International Energy Agency, *Energy Technology Perspectives 2008 – In support of the G8 Plan of Action*. IEA. Paris, 2008b.

LIM, Hyoung Kyu. *Smart Prosumer: Status and Standarlization*. Samsung electronics, Novembro. 2011.

LOPES, M.A.R., C.H. ANTUNES, and N. MARTINS, *Energy behaviours as promoters of energy efficiency: A 21st century review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012. 16(6): p. 4095-4104.

LUCENA, André F. Pereira. et al. *The vulnerability of wind power to climate change in Brazil*. *Renewable Energy* 35 (2010): 904-912.

LUCENA, André F. Pereira. et al. *The vulnerability of renewable energy to climate change in Brazil*. *Energy Policy* 37 (2009): 879-889.

VAN der HOEVEN, M., apresentação do relatório *Tracking Clean Energy Progress*, 4th Clean Energy Ministerial Delhi, India 17 de abril de 2013.

MARTINI, J. S. C.. Novos paradigmas de consumo – o comportamento do consumidor em 2030 e seus impactos para o setor energético. In: *Workshop Padrão de Consumo*, 1 Campinas, São Paulo, 2013.

MATTAR, H. A vida em 2030: o mundo de Valentina. In: *Workshop Padrão de Consumo*, 1. Campinas, São Paulo, 2013.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Relatório Smart Grid*. 2010. Disponível em < http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/acoes/Energia/Relatxrio_GT_Smart_Grid_Portaria_440-2010.pdf >. Acesso em: 13 de maio de 2013.

IPCC, PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE A MUDANÇA DO CLIMA. *Sumário para os Formuladores de Política – Quarto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho I do IPCC*. Paris, 2007.

PINTO JUNIOR, H. Q.. et al. *Economia da Energia: Fundamentos Econômicos, Evolução Histórica e Organização Industrial*. Elsevier. Rio de Janeiro, 2007.

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development. *Looking to 2060: Long-term global growth prospect*. Novembro de 2012.

ONU, United Nations. *World Population Prospect. The 2011 Revision*. New York, 2012a. Disponível em < <http://esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/population.htm> >. Acesso em 18 de junho de 2013.

ONU, United Nations. *World Urbanization Prospects, The 2011 Revision*. New York, 2012b. Disponível em < <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm> >. Acesso em 18 de junho de 2013.

RIBEIRO, R. Casa do Futuro. In: *Workshop Padrão de Consumo*, 1. Campinas, São Paulo, 2013.

ROLAND BERGER STRATEGY CONSULTANTS. *Hot Spots in CEE: The Roland Berger CEE city ranking survey 2009*. Maio de 2009.

ROLAND BERGER STRATEGY CONSULTANTS. *Trend Compendium 2030*. Munique 2011. Disponível em < http://www.rolandberger.com/expertise/trend_compendium_2030/ >. Acesso em 13 de maio de 2013.

SCHAEFFER, Roberto. et al. *Mudanças climáticas e segurança energética no Brasil*. Rio de Janeiro: Nova Brasileira, 2008.

SCHNAARS, S. P. *How to Develop and Use Scenarios*. Long Range Planning 20 (1987): 105-114.

SIEMENS AG. *European Green City Index: Assessing the environmental impact of Europe's major cities*. Munique, 2009.

STANDARD CHARTERED. *The Super Cycle Report*. November, 2010. Disponível em: < <https://www.sc.com/id/documents/press-releases/en/The%20Super-cycle%20Report-12112010-final.pdf> >. Acesso em 18 de junho de 2013.

TIGRE, P. B. *Gestão da Inovação – A Economia da Tecnologia no Brasil*. Editora Campus. Rio de Janeiro, 2006.

UNEP, United Nations Environment Programme. *The Emissions Gap Report 2012 –A UNEP Synthesis Report*. Nairobi, 2012.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura. *Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos* (WWDR4), Resumo histórico. Disponível em http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Brasilia/pdf/WWDR4%20Background%20Briefing%20Note_pt_2012.pdf>. Acesso em 18 de junho de 2013.

WISSNER, M., *The Smart Grid - A saucerful of secrets?* Applied Energy, 2011. 88(7): p. 2509-2518.