

**Estudos de Longo Prazo**

# **Considerações sobre o Comportamento do Consumidor**

**Documento de Apoio ao PNE 2050**

**Dezembro de 2018**



(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - "double sided")



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE

MINISTRO DE ESTADO  
WELLINGTON MOREIRA FRANCO

PRESIDENTE  
REIVE BARROS DOS SANTOS

SECRETÁRIO EXECUTIVO  
MÁRCIO FELIX CARVALHO BEZERRA

DIRETOR DE ESTUDOS ECONÔMICO-ENERGÉTICOS E AMBIENTAIS  
THIAGO VASCONCELLOS BARRAL FERREIRA

SECRETÁRIO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO  
EDUARDO AZEVEDO RODRIGUES

DIRETOR DE ESTUDOS DE ENERGIA ELÉTRICA  
AMILCAR GONÇALVES GUERREIRO

SECRETÁRIO DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E COMBUSTÍVEIS  
JOÃO VICENTE DE CARVALHO VIEIRA

DIRETOR DE ESTUDOS DO PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS  
JOSÉ MAURO FERREIRA COELHO

SECRETÁRIO DE ENERGIA ELÉTRICA  
ILDO WILSON GRUDTNER

DIRETOR DE GESTÃO CORPORATIVA  
ÁLVARO HENRIQUE MATIAS PEREIRA

SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E  
TRANSFORMAÇÃO MINERAL  
VICENTE HUMBERTO LÔBO CRUZ

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE

ESPLANADA DOS MINISTÉRIOS  
BLOCO U – 5º ANDAR  
70065-900 – BRASÍLIA – DF  
TEL.: (55 61) 3319 5299  
FAX: (55 61) 3319 5067

*ESCRITÓRIO CENTRAL*

AV. RIO BRANCO, 01 – 11º ANDAR  
20090-003 – RIO DE JANEIRO – RJ  
TEL.: (55 21) 3512 3100  
FAX : (55 21) 3512 3198

WWW.MME.GOV.BR

WWW.EPE.GOV.BR

# Participantes - EPE

---

## COORDENAÇÃO EXECUTIVA

EMÍLIO HIROSHI MATSUMURA

THIAGO VASCONCELLOS BARRAL FERREIRA

## COORDENAÇÃO TÉCNICA

THIAGO ANTONIO PASTORELLI RODRIGUES

## EQUIPE DE APOIO

CLEITON LEANDRO ALVES FERREIRA (ESTAGIÁRIO)

## EQUIPE TÉCNICA

ANA CRISTINA BRAGA MAIA

GABRIEL KONZEN

GLAYSSON DE MELLO MULLER

ISABELA DE ALMEIDA OLIVEIRA

LUCIANO B. OLIVEIRA

NATALIA GONCALVES DE MORAES

## 1. Introdução

Este relatório aborda as principais tendências futuras e como elas podem influenciar o comportamento do consumidor de energia e seu impacto sobre o planejamento energético. Em particular, são analisados os possíveis impactos sobre micro e minigeração distribuída, eficiência energética, refrigeração ambiental, cocção de alimentos e mobilidade urbana.

Tradicionalmente, a teoria econômica supõe que os indivíduos consideram todos os custos e benefícios possíveis ao tomar decisões. Com base neste arcabouço, os consumidores se comportam de forma racional, em uma perspectiva de interesse próprio. Essa abordagem é útil, mas ignora as influências psicológicas e sociais do comportamento humano. Em outras palavras, os consumidores são indivíduos maleáveis e emotivos cujo comportamento pode ser influenciado por indicações contextuais, redes e normas sociais locais e modelos mentais compartilhados, por exemplo (BANCO MUNDIAL, 2015).

A literatura sugere que intervenções podem encorajar a mudança do comportamento dos consumidores. No setor energético, tais intervenções podem induzir comportamentos mais sustentáveis na sociedade a fim de promover a eficiência energética e aumentar o uso de energia renováveis, por exemplo. Para aumentar a probabilidade de sucesso, a escolha e o desenho das intervenções devem ser bem entendidos e baseado em evidências.

No setor energético, a literatura internacional já apresenta evidências. Por exemplo, estudos sugerem que indivíduos podem reduzir o consumo de energia ao serem informados que o seu vizinho consome menos energia, fenômeno conhecido como *peer effect*. Além disso, algumas empresas estão

conseguindo reduzir o consumo global de energia por meio de *marketing* direto, avisando que o preço da energia na sua região está mais alto que o usual (viés econômico) ou informando que uma usina “suja” será ligada se o consumo de energia não diminuir (viés ambiental).

Em termos de impactos do desenvolvimento tecnológico no comportamento, os consumidores de energia tendem a ser cada vez mais ativos no mercado. A difusão dos medidores inteligentes, por exemplo, permitirá que o consumidor passe de simples usuário para assumir maior protagonismo no setor, tornando-se *prossumidores*, com a possibilidade de produzir energia e até disponibilizá-la a outros consumidores de sua região, podendo, portanto, alterar o perfil futuro da curva de carga de energia elétrica. Contudo, a introdução em larga escala de medidores inteligentes pode ser dispendiosa, trazendo novos custos para as concessionárias de energia.

Nesse sentido, este estudo representa uma primeira abordagem dentro de uma agenda mais ampla que procura incorporar este tema nos modelos e estudos de planejamento energético brasileiro.

Este documento está dividido em 7 outras seções além desta Introdução. Na seção 2, são apresentadas as questões relativas a micro e mini geração distribuída. Na seção 3, trata-se das questões ligadas à eficiência energética. Na seção 4, são analisadas as questões ligadas ao conforto ambiental. Na seção 5, são discutidas questões associadas à cocção de alimentos, enquanto que a seção 6 sugere outras tendências futuras que merecem ser acompanhadas. Por fim, na última seção são discutidas as considerações finais.

## 2. Micro e Minigeração Distribuída

A geração distribuída (GD) está presente na matriz elétrica brasileira a longa data através de sistemas de grande porte junto a unidades industriais. São os conhecidos autoprodutores. A novidade nesse setor está na possibilidade de pequenos consumidores (residenciais e comerciais) poderem ter acesso a opção de geração própria, através de sistemas de micro e minigeração distribuída (MMGD).

No Brasil, a participação da MMGD ainda é marginal. No entanto, a redução do preço da tecnologia fotovoltaica, o aumento das tarifas do mercado cativo, incentivos tributários e a difusão do conhecimento entre a população (popularização) têm criado um mercado em franca expansão no país.

### 2.1. Determinantes

#### 2.1.1. Renda

Apesar da redução de custos verificada nos últimos anos, um sistema de MMGD ainda requer um investimento elevado (geralmente superior a R\$ 10 mil). Portanto, a adoção da MMGD requer, de alguma forma, elevada renda domiciliar para realizar o investimento. O estudo de Sigrin et al. (2015), realizado nos EUA, corrobora essa percepção. A evolução do mercado de MMGD tem trazido inovações em modelos de negócio de

A MMGD fotovoltaica já atingiu a paridade tarifária em todo o país. Ou seja, a eletricidade produzida localmente é mais barata do que comprar a eletricidade da distribuidora. A despeito de aprimoramentos regulatórios que devem ser feitos nos próximos anos e que devem impactar a atratividade econômica do investimento em MMGD (e.g. tarifa binômica), entende-se que essa alternativa de suprimento continuará ganhando espaço nas próximas décadas.

Na Austrália, por exemplo, cerca de um em cada quatro domicílios já possui um sistema de geração fotovoltaica em seu telhado, o que ilustra o potencial de penetração dessa modalidade de geração.

modo a reduzir a barreira do elevado investimento inicial. Soluções de financiamento e aluguel de sistemas estão se tornando mais populares no mercado brasileiro. No entanto, mesmo através dessas alternativas se requer um perfil de renda elevado para qualificação de crédito. Portanto, entende-se que a evolução da renda per capita brasileira terá impacto no grau de adoção da MMGD no Brasil.

#### 2.1.2. Urbanização

O aumento da urbanização traz consigo o maior adensamento populacional e verticalização das cidades. Com isso, haverá menor área de telhado disponível por domicílio, além de gerar mais sombreamento em áreas contíguas. Do ponto de vista da energia eólica, a verticalização gera mais obstáculos ao vento, prejudicando o potencial de geração nas cidades. Esses fatores podem reduzir as oportunidades de instalação de

sistemas de MMGD nas cidades. Por outro lado, o modelo de compensação de energia vigente no Brasil (REN 482/2012) permite que o sistema gerador esteja em local diferente da unidade consumidora, gerando créditos remotamente. Dessa forma, entende-se que o efeito negativo da maior urbanização na adoção de sistemas de MMGD possa ser contornado por modelos de negócio de geração remota.

### 2.1.3. Envelhecimento populacional

O estudo de Sigrin et al. (2015) identificou que o segundo fator que mais despertou a atenção inicial de quem comprou um sistema fotovoltaico de geração distribuída foi o planejamento da aposentadoria. A lógica reside na segurança financeira que o investimento proporciona ao gerar

economia mensal e proteção contra aumentos nas tarifas futuras. Portanto, entende-se que o envelhecimento da população pode levar em menor escala (em relação a outros fatores aqui apresentados) a um aumento do interesse por sistemas de geração própria.

### 2.1.4. Interação social (peer effect)

Conforme aponta Rogers (2003) o processo de difusão de uma inovação é um processo social. Diversos estudos classificam a adoção de sistemas de geração distribuída dentro desse conceito. Dessa forma, deve-se reconhecer que as relações sociais têm alto efeito no processo decisório de um consumidor ao adotar um sistema de geração

própria. Para a maioria dos adotantes, não basta tomar conhecimento da tecnologia e suas vantagens através de mídias de massa. Somente a experiência de pares próximos que já realizaram o investimento pode dar segurança a quem deseja investir. Essa teoria pôde ser verificada na prática no estudo de Palm (2017).

### 2.1.5. Consciência ambiental

Diversos estudos apontam aspectos ambientais como um dos fatores na decisão pelo investimento em geração distribuída. No Brasil, um estudo da ANEEL (2015) com adotantes iniciais de sistemas de MMGD apontou que para 45% deles o “Desenvolvimento sustentável” foi o principal motivador para instalar GD. No entanto, um estudo mais recente da Greener (2018) aponta que a

“Sustentabilidade” é o fator decisivo para apenas 5% dos clientes. Esse resultado é esperado na medida em que o mercado se desenvolve, conforme aponta Sigrin et al. (2015). Portanto, o aumento da consciência ambiental pode influenciar a adoção da geração distribuída, mas não um fator determinante para a maioria da população.

## 2.2. Possíveis impactos

### 2.2.1. Carga de energia elétrica

Num primeiro momento, entende-se que a contribuição da MMGD tem efeito similar à eficiência energética, do ponto de vista de reduzir a carga de energia elétrica da rede. Ou seja, menos geração centralizada será necessária para o atendimento das necessidades da sociedade. No entanto, há algumas particularidades da geração distribuída que

precisam ser consideradas num cenário de maior penetração de MMGD.

Em primeiro lugar, a adoção da geração distribuída é um processo social, orientada por diversos fatores que extrapolam a racionalidade econômica, e, portanto, de difícil previsão por parte

do planejador. Portanto, adiciona incerteza na curva de carga futura.

Em segundo lugar, geradores fotovoltaicos e eólicos apresentam variabilidade inerente ao recurso energético, que irão agregar maior incerteza no perfil de carga diário. O próprio perfil de geração fotovoltaica deve alterar o perfil de carga líquida da rede, reduzindo a demanda no meio do dia e acentuando a rampa de carga no final do dia. Esse efeito já é verificado em países com maior inserção da geração fotovoltaica e ficou conhecido como

### 2.2.2. Fuga da rede elétrica?

O acesso a tecnologias de geração distribuída e de armazenamento introduz ao consumidor uma possibilidade antes nunca vista: se desconectar da rede de distribuição, ficando totalmente autossuficiente eletricamente. Um movimento em massa para essa alternativa significaria uma revolução no setor elétrico tradicional. No entanto, como aponta um estudo feito por Khalilpour e Vassallo (2015), um sistema autônomo (fotovoltaico + baterias) precisa ser sobredimensionado para garantir alta confiabilidade no suprimento – pense em uma semana sem sol –, o que o torna extremamente caro. Além de caro, o sistema é ineficiente, porque na maior parte do tempo irá

### 2.2.3. Matriz energética

A grande maioria dos micro e minigeradores utilizam fontes renováveis. Portanto, a maior adoção da MMGD contribui para a manutenção da renovabilidade da matriz elétrica brasileira. Por outro lado, a mudança do perfil de carga pode exigir que plantas térmicas sejam acionadas com maior frequência para atenuar as variações na geração

“curva do pato”. Por outro lado, caso haja incentivos adequados, a geração distribuída pode estar acompanhada de investimentos em armazenamento de energia, o que traria maior valor para a rede, modulando a geração conforme as necessidades do sistema.

Portanto, fica clara a importância das projeções de curva de carga nos estudos de planejamento incluírem a geração distribuída em suas considerações, principalmente levando-se em conta o caráter não controlável deste tipo de fonte.

precisar “jogar fora” parte da energia gerada. Segundo o artigo, 75% da eletricidade seria desperdiçada.

Mesmo se apresentando como uma opção pouco inteligente economicamente, é possível que algumas famílias busquem ficar *off-grid*, direcionadas por posicionamentos ideológicos ou outras preferências pessoais que extrapolam a racionalidade econômica clássica. No entanto, o alto custo e a grande ineficiência da alternativa autônoma indica que dificilmente haverá uma adoção em massa dessa alternativa.

variável e atendimento das rampas de carga. Deve-se ressaltar que há diversas alternativas para prover capacidade e flexibilidade ao sistema, não apenas térmicas. Portanto, a depender do planejamento, soluções renováveis podem ser utilizadas para esse fim.



#### 2.2.4. Emissões

A grande maioria dos micro e minigeradores utilizam fontes renováveis. Portanto, a maior adoção

da MMGD contribuirá para a diminuição de emissões de gases de efeito estufa no setor energético.

### 2.3. Recomendações

No contexto de inserção da geração distribuída e de outros recursos energéticos distribuídos há maior dificuldade em prever o cenário que se materializará no futuro, o que demanda novas práticas de planejamento. Nesse contexto, como aponta o estudo denominado *Utility of the Future*, conduzido pelo MIT (2016), o planejamento não deve ser focado em prever ou acertar o futuro, mas em criar condições para que as inovações aconteçam e sejam assimiladas naturalmente. Ou seja, facilitar a equalização das condições de competição entre tecnologias, cada vez mais diversificadas, criando um ambiente de

mercado de isonomia, de forma que as opções que se mostrarem mais competitivas e que tragam maior valor ao sistema se viabilizem. Portanto, ganha cada vez mais importância a interpretação dos planos de expansão como instrumentos de subsídio às decisões de desenho de políticas públicas e regulação setorial.

Algumas recomendações regulatórias são apresentadas na sequência com base em literatura internacional. No entanto, as alternativas devem ser melhor avaliadas com base nas características nacionais, com mais pesquisa sobre o tema e aprimoramentos metodológicos.

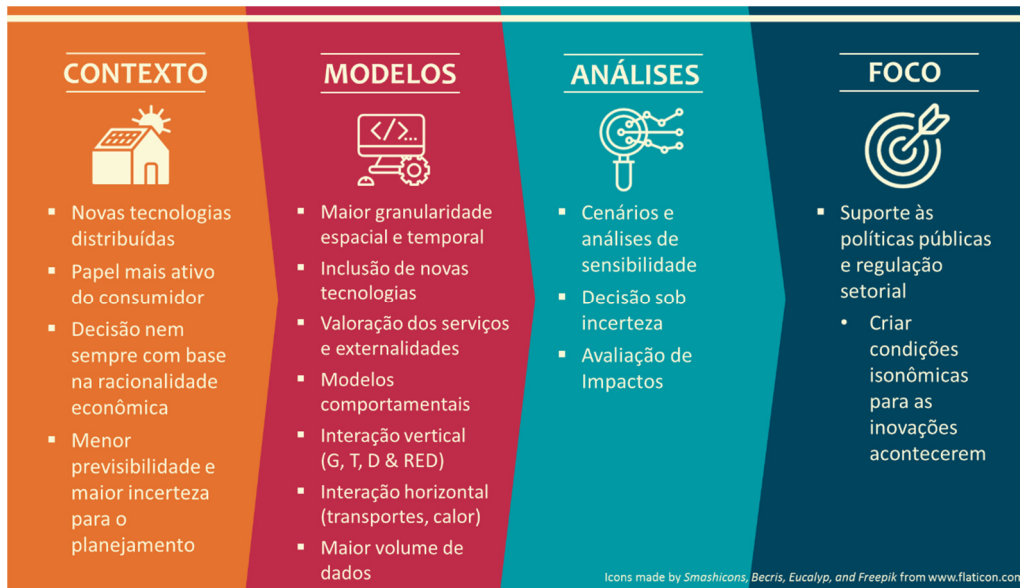
#### 2.3.1 Curto prazo

Conforme a orientação precedente, esforços imediatos devem ser direcionados em *aprimoramentos metodológicos* de forma a melhor representar os recursos energéticos distribuídos (RED) nos modelos de expansão e de melhor quantificar seus custos e benefícios. A Figura 1 ilustra a nova realidade do planejamento num contexto de inserção de RED e aponta os aprimoramentos metodológicos nos modelos e nas análises. Mais detalhes sobre essa evolução metodológica podem ser encontrados na Nota de Discussão, *Recursos Energéticos Distribuídos: Impactos no Planejamento Energético*, publicada pela EPE (2018).

entende que a cobrança de tarifas volumétricas (monômias) em conjunto com o modelo de net-metering causa distorções no setor ao introduzir um subsídio cruzado implícito entre os consumidores da mesma distribuidora (EID et al., 2014). É um modelo insustentável no longo prazo que precisa ser corrigido em algum momento. Conforme aponta a experiência internacional, é melhor que essa correção seja feita antes da grande inserção da tecnologia. Portanto, a cobrança de uma tarifa binômica para os novos adotantes da MMGD seria uma solução de curto prazo para estabelecer um modelo sustentável de inserção da geração distribuída no Brasil.

Em relação ao modelo regulatório para a MMGD no Brasil (REN 482/2012 - ANEEL), se

Figura 1 - Adaptação do planejamento no contexto dos RED



### 2.3.2 Médio prazo

A alocação eficiente da geração distribuída na rede depende de sinais econômicos adequados para que a geração ocorra nos locais e nos horários de maior valor para o sistema. Portanto, tarifas sem granularidade temporal e sem o devido sinal locacional não permitem sinalização econômica para que a inserção da MMGD seja adequadamente valorada e revertida em benefícios sistêmicos.

Em termos práticos, a EPE entende que algumas das alternativas para estimular a inserção eficiente da MMGD no Brasil, são:

- Tarifas horárias ou sub-horárias;
- Sinal locacional na distribuição;
- Tarifa multipartes para todos os consumidores.

Adicionalmente, o desacoplamento de receitas capturadas do volume de energia vendida pelas distribuidoras, o *decoupling*, é um modelo para que as distribuidoras garantam a remuneração pelos investimentos e operação da rede e removam desincentivos a ações de eficiência energética e geração distribuída na sua rede. Também é uma alternativa para promover a geração distribuída com eficiência.

### 3. Eficiência Energética

O comportamento do consumidor é uma das barreiras na eficiência energética, talvez a mais importante, em que se faz necessária pesquisas específicas para identificar o perfil de comportamento e como movê-las. A aquisição de equipamentos eficientes ou as edificações eficientes, não são sinônimos de consumo eficiente. Os hábitos de consumo é uma das parcelas dessa equação e que influencia diretamente no resultado final.

O tema eficiência energética é muito amplo, cada subtema ou setores, podem apresentar características distintas de abordagem, por exemplo,

#### 3.1. Determinantes

##### 3.1.1 Renda e desigualdade

O desenvolvimento econômico dos países, encontra-se vinculado ao consumo de energia e no caso dos países menos desenvolvidos, à redução da denominada “pobreza energética”.

Dentre os principais desafios para os próximos anos, tem-se a universalização do acesso, a ampliação da oferta frente à grande projeção de aumento de demanda e a minimização dos impactos ambientais envolvidos no processo de produção/geração de energia e de seu consumo. Neste ínterim, a eficiência energética ganha uma dimensão cada vez mais importante no contexto de planejamento setorial e elaboração de políticas públicas direcionadas.

##### 3.1.2 Marketing

A decisão de compra de um bem, consiste na escolha de alternativas disponíveis no mercado, que serão tomadas a partir de um juízo de valor. O marketing é as pesquisas são importantes para avaliar se as pessoas realmente entendem que a

o comportamento do consumidor para aquisição de um veículo, pode seguir determinados condicionantes, já a escolha de um eletrodoméstico como a geladeira, pode estar relacionada a restrições de espaço do ambiente, etc.

Outro ponto importante, é a relação que cada indivíduo tem com a energia, considerando que a energia é invisível e em muitos casos não existem medições instantâneas por equipamento, para que se possa identificar quais são os maiores consumos ou os vilões dentro da residência.

No setor residencial a eficiência de energia tem uma ligação direta com o comportamento das famílias e com o gasto da conta mensal de energia. O nível de renda mais baixo impossibilita as escolhas por equipamentos eficientes e na mudança de padrões de consumo. Para o setor comercial e industrial, quem recebe a conta de energia é a área financeira da empresa ou da indústria, e não há nenhuma ligação direta com o poder de compra e a riqueza dos trabalhadores, dificultando o envolvimento dos funcionários com eficiência energética. Nesses setores, as ações são mais verticais, normalmente da gestão ou de metas da indústria e das empresas.

etiqueta de consumo eficiente significa, e se o consumidor busca por essas informações e quanto ele é estimulado a buscar essas informações. Uma pesquisa de comportamento do consumidor pós-

compra é essencial para avaliar a percepção quanto à satisfação do consumidor.

### 3.1.3 Urbanização

A eficiência energética no ambiente urbano traz à tona questões que precisam ser consideradas no planejamento urbano e energético. É o planejamento urbano que tem a tarefa de propor o modelo de crescimento das cidades, promovendo o desenvolvimento de soluções que minimizem os gastos energéticos e melhorem a qualidade de vida.

Com o aumento da taxa de urbanização e uma maior concentração de pessoas nos centros urbanos, o grande desafio é garantir: oferta de energia, recursos, serviços públicos e qualidade de vida.

### 3.1.4 Consciência Ambiental

As campanhas sociais têm impacto direto nos padrões de consumo e na criação de novos hábitos. Como exemplo, a campanha do Governo Japonês batizada de “CoolBiz”, colocada em prática há exatamente 13 anos. A regra é que pelo menos as repartições do governo, não utilizem roupas com gravatas a partir do dia 1º de maio até o final de setembro. Para que o ar-condicionado fique desligado enquanto a temperatura não ultrapassar os 28º C., já que a partir dessa temperatura, a Lei de Normas Trabalhistas requer que as empresas tenham aparelhos de ar condicionado ligados.

Como resultado dessa postura, houve uma mudança significativa de comportamento no código de vestimenta nos escritórios do Japão .

A utilização de equipamentos mais eficientes permite uma redução no consumo da energia, no entanto um ganho maior de eficiência energética depende, sobretudo, do comportamento dos consumidores.

## 3.2. Possíveis impactos

### 3.2.1 Carga de energia elétrica

O aumento da temperatura, associado a construções que não contemplem a concepção de

projetos eficientes, podem contribuir ao aumento do consumo de energia elétrica.

### 3.2.2 Matriz energética

A geração distribuída, em locais onde não existem tarifas de medição e exportação (nos dois sentidos), pode levar a um desincentivo à eficiência

energética, por causa da percepção de se estar utilizando uma energia renovável e que se pode consumir sem a preocupação de gasto com a energia.

### 3.2.3 Emissões

A eficiência no uso da energia é um importante vetor no atendimento da demanda, contribuindo para a segurança energética, modicidade tarifária, competitividade da economia e para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Nesse sentido, a eficiência energética faz parte da estratégia nacional de mitigação das emissões de

gases de efeito estufa (GEE). No âmbito do Protocolo de Paris, cada país definiu a sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, por sua sigla em inglês), e o Brasil se comprometeu a reduzir suas emissões de GEE em 37% em 2025, em relação a 2005. Para atingir esta meta, entre as diversas contribuições do setor energético, uma delas se refere ao atingimento de 10% de ganhos de eficiência elétrica até 2030.

### 3.3. Recomendações

O relatório da Agência Ambiental Europeia (EEA), *Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take?*, destaca que a meta da União Europeia de reduzir 20% da energia consumida até 2020 pode ser alcançada apenas com a mudança de comportamento da população.

Segundo o estudo, a conclusão está em quatro medidas que podem ser feitas:

- Focar as políticas de eficiência energética em práticas de consumo e em como estas influenciam a sociedade, envolvendo uma ampla gama de atores;

- Melhorar o monitoramento do consumo de energia pelos consumidores. Sem uma estrutura adequada de referência, os consumidores não podem saber se o seu consumo é excessivo ou não;
- Conscientizar a população sobre o papel desempenhado pela energia na determinação dos hábitos cotidianos, desde os carros que conduzimos até os dispositivos que compramos;
- Repensar o modelo de negócio para o setor energético, de modo a permitir que o consumidor se engaje ativamente com o mercado de energia, como incentivos financeiros para a redução, por exemplo.

#### 3.3.1 Curto prazo

Para as alterações no comportamento do consumidor, recomenda-se, num primeiro estágio à remoção de barreiras através de:

- Educação: básica, capacitação de professores, incluir matérias nas grades curriculares (nível, médio, técnico e profissional), etc.
- Investimento em ações voltadas para informação/divulgação: campanhas de

marketing, etiquetas com a informação de consumo do equipamento eficiente e padrão;

- Estabelecimento de normas, revisão e inclusão de novos equipamentos com índices de eficiência energética;
- Estudos e pesquisas comportamentais do consumidor, para a adoção de equipamentos eficientes, avaliando os fatores socioculturais e

comportamentais que fazem parte do processo decisório;

- Desenvolvimento de metodologias de avaliação de resultados de ações de Eficiência Energética implementadas no Brasil;
- Desenvolvimento tecnológico por meio de investimentos em PD&I, como exemplo, algumas

linhas à serem desenvolvidas: tecnologias de resfriamento e aquecimento eficiente, materiais construtivos inovadores, como reflexivos para resfriamento e proteção solar e vidros de alto desempenho, etc.

### 3.3.2 Médio prazo

Adicionalmente, no médio prazo, recomenda-se:

- A instalação de medidores inteligentes possibilita a interação e a percepção do consumidor com a eficiência energética;
- Avaliação de impacto dos programas e políticas públicas de eficiência energética.

## 4. Conforto Ambiental

No Brasil, o uso de energia para refrigeração ambiental, por meio de equipamentos de ar condicionado, em edifícios residencial e comerciais cresce mais rápido que outros usos. O principal determinante da demanda por refrigeração ambiental é a temperatura. Tal determinante, associado a outros fatores, como renda, grau de

urbanização e envelhecimento populacional pode influenciar, além do aumento do estoque de aparelhos, a forma na qual os consumidores decidem sobre o tipo de aparelho de ar condicionado (AC) que irão adquirir, quais ambientes serão refrigerados, quando os equipamentos serão ligados e qual será a temperatura ajustada.

### 4.1 Determinantes

#### 4.1.1 Clima

O principal determinante da demanda por refrigeração ambiental é o clima, em especial, a temperatura. Geralmente, os indivíduos consideram utilizar aparelhos de ar condicionado em regiões onde a média de temperatura diária ultrapassa certo limite em um grande número de dias. Apesar de algumas regiões apresentarem períodos de temperatura alta durante o verão, se esse período é curto, famílias e proprietários de estabelecimentos comerciais não irão investir em equipamentos de ar condicionado, preferindo assim, ventiladores

elétricos com menor consumo específico de energia elétrica.

Eventos atípicos de ondas de calor em uma determinada região, podem levar a um aumento permanente no consumo e na carga de energia elétrica, resultado do aumento pontual das vendas de equipamentos de ar condicionado. Apesar da baixa probabilidade de ocorrência desses eventos, os novos equipamentos são incorporados ao estoque e utilizados mesmo durante períodos normais de calor. Ou seja, os consumidores que decidiram

comprar um equipamento durante a onda de calor, agora fazem o uso regular desses equipamentos durante os meses de verão, ao invés de utilizar ventiladores, como estavam acostumados.

As mudanças climáticas tendem a elevar a temperatura no mundo, sendo que algumas regiões

#### 4.1.2 Renda

Algumas das regiões mais quentes do país são também as regiões com renda familiar mais baixa. Essa relação sugere a existência de uma demanda reprimida por refrigeração ambiental no país, principalmente no setor residencial. Assim, a demanda por aparelhos de ar condicionado pode aumentar como resultado da elevação da renda.

Tudo mais mantido constante, um aumento da renda irá levar a um aumento na demanda por aparelhos de ar condicionado. Quando a renda das famílias passa de um determinado valor, as famílias apresentarão maior propensão a comprar esses equipamentos, bem como aumentar o seu uso, substituindo ou complementando o uso de ventiladores elétricos.

#### 4.1.3 Urbanização

Habitantes da zona urbana tem maior propensão a demandar ambientes refrigerados. Isto pode ser explicado pela maior renda relativa nas cidades, quando comparada com a zona rural. Além disso, a natureza do trabalho rural pode valorizar menos o ambiente artificialmente climatizado, comparado com um trabalhador de escritório, por exemplo. Mas o principal motivo que pode determinar o maior uso de aparelhos em áreas urbanas é a temperatura.

Muitas razões podem explicar porque as cidades são mais quentes. Edifícios e equipamentos geram calor quando ligados. Edificações e outras estruturas civis podem absorver, armazenar e emitir

podem experimentar altos picos de temperatura. Segundo a EIA (2008) os maiores aumentos de temperatura serão registrados na África, Ásia, Oriente Médio e América Latina. Esse fenômeno pode levar às famílias e firmas adquirirem mais aparelhos de ar condicionado, aumentando o estoque, a demanda e a carga de energia elétrica.

Adicionalmente, o aumento da renda pode ter um efeito indireto sobre o consumo de energia para refrigeração. Quando a renda das famílias aumenta, e os escritórios se tornam mais equipados, o estoque total de aparelhos eletrônicos – por exemplo, televisão, computadores, geladeiras, máquinas de lavar roupa – também aumenta. Estes equipamentos, quando estão em operação, emitem calor. O calor gerado pelos equipamentos, adicionado ao calor de outras atividades diárias – como banho, cocção de alimentos, iluminação – e do calor das pessoas, aumenta a propensão dos indivíduos a fazer uso de refrigeração ambiental.

gradualmente calor durante a noite, contribuindo para elevar a temperatura local. Adicionalmente, a evaporação, que absorve calor, também é menor em cidades onde a vegetação é substituída por concreto. O clima local e a geografias dos arredores da cidade também afetam a transferência de calor entre a área urbana e a rural. O resfriamento das cidades é um os principais determinantes das ilhas de calor, que criam a necessidade de mais resfriamento em um processo circular.

Portanto, o aumento da urbanização, como um processo gradual da proporção de pessoas vivendo em cidade, além do aumento da área urbanizada e a

densidade populacional, pode aumentar a demanda por refrigeração.

#### 4.1.4 Envelhecimento populacional

Outro fator que pode ajudar a aumentar a demanda por refrigeração é o envelhecimento populacional. Geralmente, pessoas mais velhas são menos tolerantes ao calor. Por outro lado, a população idosa, que hoje tende a usar menos os aparelhos de ar condicionado por estar menos

habituada, podem ter menores expectativas com relação ao conforto térmico. Contudo, esse comportamento tende a mudar, especialmente com o ar condicionado se tornando um equipamento mais popular.

#### 4.1.5 Interação social (peer effect)

Os efeitos das interações sociais entre os consumidores podem resultar em spillovers sociais, nos quais uma ação que afeta o comportamento de um agente influencia indiretamente o comportamento de outros agentes. Nesse sentido, em alguns casos, o ar condicionado pode ser visto como um símbolo de status social entre os

consumidores, levando às pessoas a não apenas comprar um aparelho de ar condicionado, mas também usá-lo de forma mais intensiva. Este efeito pode ser proporcionalmente maior com o aumento do parque de equipamentos nas residências, em especial.

## 4.2 Possíveis impactos

### 4.2.1 Carga de energia elétrica

O aumento da demanda por resfriamento aumenta não apenas a demanda total de eletricidade, mas também a demanda máxima. O resfriamento pode representar uma grande parcela da demanda máxima, colocando mais pressão sobre o sistema, especialmente durante períodos de calor extremo.

Contudo, cabe destacar que alguns eventos são difíceis de prever pelo planejador, como, por exemplo, eventos atípicos de ondas de calor que podem levar a um aumento permanente do estoque de equipamentos e, conseqüentemente, na carga de energia.

### 4.2.2 Matriz energética

Em geral, a refrigeração ambiental está baseada em equipamentos elétricos. Assim, tudo mais mantido constante, o aumento da demanda por

refrigeração aumenta a participação de energia elétrica na matriz energética.

### 4.2.3 Emissões

Os condicionadores de ar emitem gases de efeito estufa quando ocorre vazamento ou descarte

inadequado dos gases refrigerantes, com potencial contribuição para as mudanças climáticas. Por outro



lado, a geração de eletricidade necessária para alimentar esses AC pode gerar emissões consideráveis, exceto no caso de sistemas de

resfriamento puramente baseados em energia renováveis.

### 4.3 Recomendações

#### 4.3.1 Curto prazo

Deve ser conduzido o desenvolvimento de metodologias específicas para avaliar o impacto de mudanças do comportamento do consumidor no uso

de aparelhos de ar condicionado sobre a curva de carga. O desenvolvimento pode ser conduzido pela EPE, com apoio e parceria de instituições afins.

#### 4.3.2 Médio prazo

O governo pode promover a adoção de equipamentos de ar condicionado com menor consumo específico pelos consumidores por meio das etiquetas comparativas e índices mínimos de eficiência energética. Contudo, no caso dos equipamentos de ar condicionado brasileiro, é observado uma grande concentração de aparelhos classificados como A, índice de melhor eficiência de acordo com o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), por exemplo. Nesse sentido, recomenda-se estabelecer uma agenda de revisões periódicas de tais mecanismos, a fim de trazer previsibilidade aos consumidores, importadores e fabricantes. Tais ações exigem a interação entre CGIEE, INMETRO e PROCEL, principalmente.

O gerenciamento pelo lado da demanda pode desempenhar um papel importante na redução demanda máxima de eletricidade. A adoção de diferenciações de preços envolvendo preços mais altos durante períodos de grande demanda podem incentivar mudanças no comportamento e a compra de condicionadores de ar mais eficientes. O impacto da implementação de tal mecanismo para conforto ambiental exige o desenvolvimento de estudos adicionais, em que a interação entre ANEEL, ONS e EPE, além de outras instituições afins, torna-se relevante.

## 5. Cocção de Alimentos

No Brasil, uso das biomassas tradicionais (lenha e carvão vegetal) ainda é relevante entre as famílias brasileiras, principalmente entre aquelas localizadas na área rural. O principal fator que pode explicar a decisão das famílias sobre os combustíveis que irão utilizar é a renda. Famílias de baixa renda tendem a depender das biomassas tradicionais enquanto que as famílias com renda mais alta

consumem combustíveis modernos – mais caros, porém mais limpos e eficientes – como o GLP e a eletricidade. Contudo, a escolha do combustível utilizados pelas famílias pode ser o resultado de interações entre fatores econômicos, sociais e culturais (VAN DER KROON; BROUWER; VAN BEUKERING, 2013).

## 5.1 Determinantes

### 5.1.1 Renda

Segundo a teoria denominada Escada Energética, com o aumento da renda, as famílias trocam um combustível por outro mais moderno, abandonando completamente o uso do combustível anterior. Neste sentido, o processo de troca é descrito como um movimento linear com três fases distintas. Na primeira fase, as famílias são dependentes de combustíveis menos eficientes, mais baratos e poluentes (combustíveis primitivos), como a lenha. Com o aumento da renda, as famílias abandonam a tecnologia anterior e utilizam um combustível intermediário (combustível de transição), como o carvão vegetal. Já na terceira e última etapa, as famílias substituem por combustíveis limpos, como o GLP e a eletricidade.

Portanto, pode-se esperar um aumento da participação desses últimos energéticos nas próximas décadas.

Por outro lado, as famílias podem utilizar múltiplos combustíveis para o mesmo uso final, teoria conhecida como Acumulação de Combustíveis. Neste caso, ao invés de substituir completamente um combustível por outro, as famílias escolhem entre consumir um portfólio de combustíveis, que pode representar uma combinação de combustíveis com diferentes características físicas. O uso de múltiplos combustíveis pode ser o resultado de interações entre fatores econômicos, sociais, geográficos ou culturais.

### 5.1.2 Tradições e costumes

A escolha de combustíveis tradicionais pode estar relacionada com as preferências das famílias, refletidas em suas tradições e costumes. A adoção de combustíveis modernos pode ser limitada pelos modos tradicionais de cocção que podem estar enraizados em culturas (MURPHY, 2001). Além disso, a preferência por sabores proporcionados por

técnicas de cocção tradicionais pode fazer com que os indivíduos prefiram a utilização de combustíveis tradicionais, até mesmo em situações em que esse combustível é caro e as fontes alternativas estão disponíveis. Assim, tradições e costumes pode limitar a participação do uso de GLP e, principalmente, da energia elétrica para cocção.

### 5.1.3 Envelhecimento da população

Idosos podem apresentar maior resistência à troca por combustíveis limpos modernos, devido ao maior grau de conservadorismo em seus hábitos. Além disso, a idade pode refletir tradições e hábitos

adquiridos ao longo da vida, ou seja, características idiossincráticas adquiridas e passadas ao longo do tempo que podem influenciar a escolha de combustíveis.

### 5.1.4 Escolaridade

Indivíduos mais educados têm maior conhecimento sobre combustíveis alternativos e sobre os benefícios da utilização de combustíveis

limpos. Assim, o aumento da escolaridade aumenta a propensão dos indivíduos em utilizar combustíveis limpos, como GLP, gás natural e eletricidade.

### 5.1.5 Tamanho das famílias

O tamanho de uma família reflete a disponibilidade de mão-de-obra para a coleta de biomassas tradicionais. Por outro lado, famílias maiores necessitam de maior quantidade de energia em termos absolutos, o que tornaria a famílias

maiores mais propensas a utilizar combustíveis mais eficientes. Assim, a tendência a redução do tamanho das famílias pode ter um efeito ambíguo sobre a demanda por GLP, gás natural e eletricidade.

### 5.1.6 Participação das mulheres na sociedade

Geralmente, as mulheres são as responsáveis por coletar, tratar e utilizar as biomassas tradicionais como combustíveis. Desta forma, o custo de oportunidade para a mulher em utilizar esses energéticos pode ser maior, ou seja, o tempo da mulher dedicado a esse processo poderia

ser alocado em outras atividades produtivas, contribuindo para o aumento da renda familiar. Além disso, evidências internacionais sugerem que mulheres podem escolher combustíveis que melhoram as condições de vida da família (RAO, REDDY, 2007).

### 5.1.7 Localização geográfica

A localização geográfica das famílias pode determinar a disponibilidade de combustível em uma região, que, por sua vez, pode influenciar o hábito de uso das famílias. Além disso, famílias que,

por exemplo, moram em regiões mais frias, tendem a utilizar nos fogões biomassa para proporcionar maior conforto ambiental.

## 5.2 Possíveis impactos

### 5.2.1 Carga de energia elétrica

Como a última etapa na transição energética das famílias, o aumento da penetração de equipamentos eletrônicos para cocção de alimentos – como fogões, fornos e panelas elétricas, por

exemplo – podem contribuir com a elevação do consumo e com a demanda máxima de energia elétrica.

### 5.2.2 Matriz energética

A transição energética para combustíveis modernos na zona rural, inicialmente, aumenta a participação do GLP. Por outro lado, o aumento da rede de distribuição de gás natural na zona urbana reduz o consumo de GLP, por ser um combustível

substituto e mais prático para as famílias. Finalmente, com o aumento da penetração de fogões por indução e fornos elétricos, a participação da eletricidade para esse uso final tende a aumentar.

### 5.2.3 Emissões

Embora o uso de biomassa renovável esteja próximo de ser neutra em relação ao CO<sub>2</sub>, os fogões à biomassa, têm menor eficiência térmica quando comparado com as tecnologias de GLP ou gás natural. A combustão incompleta da biomassa produz outros

gases e partículas que podem afetar o clima (short-lived climate pollutants). Assim, o uso de biomassa contribui para o aquecimento global, mesmo quando a biomassa é renovável (BRUCE; AUNAN; REHFUESS, 2017).

## 5.3 Recomendações

### 5.3.1 Curto prazo

Os preços dos combustíveis podem influenciar o uso e adoção de combustíveis modernos, como gás natural, GLP e eletricidade. Na medida em que os preços sejam determinados no mercado, políticas de incentivo e desincentivo ao uso de certos combustíveis modernos podem ser decisivos para impactar a escolha das famílias. Assim, estratégias que incentivem a transição energética das famílias de baixa renda na direção do uso exclusivo de combustíveis modernos podem ser estudadas e consideradas pelas instituições competentes.

Na área rural, o potencial de produção do biogás doméstico não foi totalmente explorado. As barreiras de implantação incluem conhecimento limitado sobre oportunidades para aplicações, custo inicial de instalação, falta de mão de obra qualificada para instalação e operação, apoio governamental inadequado e intermitente, disponibilidade de matéria-prima, necessidade de manutenção consistente, aceitação social e comportamental (IRENA, 2017). Assim, estudos sobre o potencial e viabilidade da produção de biogás doméstico pode ser conduzidos pela EPE, com a participação de instituições afins.

### 5.3.2 Médio prazo/Longo prazo

Tradicionalmente, um dos maiores desafios na mudança de combustíveis sólidos para combustíveis mais limpos, como o GLP, é a inacessibilidade de pequenas quantidades de combustível. Uma série de inovações recentes - incluindo botijões inteligentes e sistemas de pagamento móvel - visam permitir a venda de

combustível limpo em quantidades mais acessíveis. A possibilidade ou necessidade de regulamentação dessas atividades e mecanismos, bem como a possibilidade de introdução de inovações nesta área, poderiam ser consideradas pela ANP no horizonte de médio prazo.

## 6. Mobilidade Urbana

A necessidade de deslocamento das pessoas e produtos dentro das cidades associados à infraestrutura disponível e aos modais utilizados para realizar estes deslocamentos apresentam profundos impactos econômicos, sociais e ambientais. Nas próximas décadas, a crescente urbanização e o aparecimento de novas megacidades, com mais de 10 milhões de pessoas, proporcionarão um ambiente fértil de mudanças que deverão ser impulsionadas por uma combinação de tendências tecnológicas, socioculturais, comportamentais e econômicas. De forma prática, estas tendências podem influenciar a quantidade, o

tempo e as distâncias das viagens percorridas pelas pessoas, o quanto de energia elas irão requerer e o impacto ambiental que irão causar.

A mobilidade urbana será crescentemente construída e modificada para as pessoas e pelas pessoas em prol de cidades mais sustentáveis. Em um ambiente de alta conectividade e socialização, a mobilidade urbana passa a ser capaz de entregar muito além do deslocamento de pessoas e produtos em seu território e passa a ser também uma plataforma de acesso a serviços, lazer e bem-estar.

### 6.1 Determinantes

#### 6.1.2 Urbanização

O aumento da urbanização e o surgimento de megalópoles no contexto de países em desenvolvimento, como o Brasil ocorrem comumente na ausência de diretrizes rigorosas de planejamento urbano repercutindo em ineficiências na ocupação territorial, no provimento de infraestrutura e no deslocamento de pessoas. O crescimento das cidades espalhadas no território, com baixa ocupação média, aumenta as distâncias a serem percorridas até os locais com oferta de empregos e de serviços, aumentando os custos do transporte público e reduzindo sua produtividade. Por outro lado, cidades mais populosas e densas proporcionam as condicionantes necessárias para implementação de sistemas de mobilidade de alta capacidade e eficiência energética como é o caso do metrô e do trem.

Segundo estudo de Sistema de Informação de Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), em municípios brasileiros de maior porte (acima de 1 milhão de habitantes) a proporção do uso do transporte coletivo (incluindo transporte sobre trilhos e ônibus municipal e metropolitano) é superior aquele verificado em cidades de menor porte. Por outro lado, nas cidades de menor porte, o uso de transporte não motorizado (bicicletas e a pé) é maior (ANTP, 2015).

Portanto, o aumento da urbanização e, em especial, o aparecimento de grandes cidades com maior densidade populacional viabiliza a implementação de modais de maior capacidade e eficiência energética repercutindo na redução da intensidade energética do sistema de mobilidade urbana.

### 6.1.3 Renda

O aumento da renda per capita em determinado país repercute no perfil de deslocamento das pessoas, na distribuição dos modos de transportes e na escolha do combustível utilizado nos automóveis particulares. Historicamente, a evolução da frota de veículos de um país está intimamente relacionada com o crescimento da sua renda per capita e grau de urbanização, como é demonstrado no artigo intitulado *Income's effect on car and vehicle ownership, worldwide: 1960- 2015* (Dargay, J., Gately, D., 1999).

Países da OCDE, por exemplo, apresentam taxas de veículos por habitante superiores aquelas verificadas em países em desenvolvimento. No Brasil, o aumento da renda per capita aliada a melhoras na distribuição da renda e a condicionantes de financiamento favoráveis na primeira década do novo milênio está diretamente relacionada com o aumento expressivo do crescimento dos licenciamentos de automóveis neste período.

### 6.1.4 Cidades Inteligentes

Cidades inteligentes são aquelas que proporcionam melhoria de qualidade de vida para seus habitantes através da interação dos seus diversos recursos, serviços e financiamentos. Esses fluxos de interação são considerados inteligentes por fazerem uso estratégico de infraestrutura e serviços e de informação e comunicação com planejamento e gestão urbana para dar resposta às necessidades sociais e econômicas da sociedade (FGV, 2017).

Nas próximas décadas, a evolução da tecnologia da informação permeando a conexão crescente entre pessoas, infraestruturas, veículos e serviços nas cidades proporciona um volume de dados com potencial de gerar ganhos expressivos de qualidade nos serviços de transporte coletivo

No entanto, políticas públicas a favor do transporte coletivo e o aprimoramento do planejamento urbano são fatores que podem alterar significativamente a relação entre renda e demanda por transporte individual. Por exemplo, há cidades da Europa central mais ricas que as norte-americanas e que usam muito menos seus automóveis. Da mesma forma, as cidades asiáticas de alta renda têm um produto per capita entre 5 a 6 vezes maior do que o das cidades de baixa renda, mas com um uso similar do automóvel. Estas cidades reduziram de alguma forma a dependência do automóvel à medida que enriqueciam, ao passo que as cidades de renda mais baixa ficaram muito mais motorizadas quando se considera seu mais baixo nível de riqueza (ANTP, 2006).

Assim, com o aumento da renda, tudo mais mantido constante, a proporção de automóveis por habitantes tende a aumentar, repercutindo em maior intensidade energética da mobilidade de pessoas.

prestados. Estes ganhos de qualidade se traduzem, por exemplo, em maior segurança e pontualidade dos ônibus, através de melhor monitoramento e controle do tráfego de veículos nas vias, informações mais precisas para os passageiros e integração com outras plataformas de serviços.

Nas cidades inteligentes, o uso do automóvel ocorre de forma mais eficiente, através de sistemas de carona e compartilhamento veicular, por exemplo. Neste contexto, surge tendências como a mobilidade como serviço e a mobilidade compartilhada. O uso passa ser mais importante que a posse. Este é o caso do car sharing (carros compartilhados), no qual as pessoas podem alugar carros por períodos curtos de tempo, geralmente por

hora, através de estações do sistema que estão espalhadas pelas áreas centrais e pelos bairros da cidade, tornando-se acessível como uma forma de transporte coletivo ponto a ponto. O car sharing já está presente em mais de 1000 cidades no mundo todo, incluindo países emergentes como China, Índia, Brasil e México e surgem como uma possibilidade de substituição dos veículos privados individuais para muitas famílias. Pesquisas constataram que cada veículo de um sistema de carros compartilhados substitui de 4 a 15 veículos particulares nas ruas (ITDP, 2017).

## 6.2 Possíveis impactos

### 6.2.1 Matriz modal de passageiros

O aumento da renda per capita e o surgimento de novas grandes cidades num contexto de transformações do perfil cultural dos indivíduos, mais propensos a economia do compartilhamento, mais conectados e mais sensíveis as questões ambientais podem proporcionar escolhas que tragam maiores benefícios sociais. Neste contexto, há maior propensão ao crescimento da participação de transportes coletivos e não motorizados na matriz modal de transportes. Deve-se ressaltar, contudo,

Outra opção é o serviço de ride hailing ou ride-sharing, que é o transporte através de taxis não licenciados, como o caso do Uber e Lyft. Este tipo de serviço concorre diretamente com os taxis locais e crescentemente como o transporte público e o carro particular. Além disso, permite que motoristas possam monetizar seus veículos quando ociosos. Investimentos em ride hailing alcançaram mais de 21 bilhões de dólares em 2016, ao redor do mundo.

que para que este cenário se concretize é imprescindível que se viabilizem investimentos públicos e privados direcionados a adequada expansão da infraestrutura de transportes de acordo com os planos de mobilidade das cidades e com prioridade em tecnologias de baixo carbono. Na ausência destes fatores, o crescimento da renda poderá se traduzir em aumento da participação do transporte individual em detrimento dos transportes coletivos e não motorizados.

### 6.2.2 Consumo de energia e emissões

As possibilidades da evolução da matriz modal de transporte de passageiros descritas no item anterior aliada ao uso de tecnologias veiculares disponíveis irão determinar a evolução do consumo total de energia no transporte de passageiros, as fontes energéticas utilizadas e conseqüentemente às emissões de poluentes e GEE. Cidades com sistema de transportes mais centrados nos automóveis tendem a apresentar maior consumo de

combustíveis, principalmente gasolina e etanol. No longo prazo, com a maior penetração da tecnologia de eletrificação veicular, a demanda de combustíveis poderá migrar crescentemente para demanda de eletricidade. No caso das cidades cujo sistema de transportes tenha foco nos transportes coletivos e não motorizados, o consumo energético tende a ser menor tendo em vista a maior eficiência sistêmica.

### 6.3 Recomendações

Para que a mobilidade urbana atinja seus objetivos de forma sustentável é necessário mapear as responsabilidades pela implementação das políticas e medidas e compreender as interações entre o setor público e o privado e entre o nível local e federal. Além disso, torna-se necessário compreender como a atuação, opinião e hábitos dos consumidores podem ser endereçadas no desenho das novas políticas de mobilidade de forma a torná-las mais eficazes e integradas.

No Brasil, vários órgãos governamentais, dentro de sua esfera de atuação, implementam políticas, planos, programas e projetos de mobilidade urbana. Estabelecer um sistema efetivo de governança dessas políticas é uma tarefa complexa e que exige coordenação e estratégia de comunicação entre os diferentes atores. Na Tabela 1, é proposto uma visão geral dos atores de transporte urbano, divididos em tomadores de decisão e partes interessadas.

Tabela 1 - Visão geral dos atores no sistema de mobilidade urbana

Atores	Nível local	Nível nacional
Tomadores de decisão	Autoridades locais	Autoridades nacionais
	Prefeitos e governos municipais	Ministério dos Transportes
	Setor de planejamento de transporte	Ministério das Cidades
	Setor de planejamento do uso da terra	Ministério de Minas e Energia
	Setor de desenvolvimento econômico	Ministério da Fazenda
Partes interessadas	Setor financeiro	Ministério da Ciência e Tecnologia
	Operadores de transportes públicos	Instituições Financeiras
	Organizações não governamentais	Bancos de desenvolvimento
	Investidores privados	Fundações
	Transporte informal	Organizações não governamentais
	Mídia local	Fabricantes de veículos
	Consumidores	Produtores de combustíveis
		Instituições de pesquisas e consultores

Fonte: própria com base em GIZ

#### 6.3.1 Ações no nível nacional

- Mapeamento de políticas que impactam a mobilidade urbana: há diversas ações sendo implementadas atualmente no nível federal em prol da mobilidade urbana. No entanto, nem todas as ações que influenciam diretamente a mobilidade urbana são classificadas como tal. Políticas de eficiência energética nos

transportes, por exemplo, podem promover modais mais eficientes de transportes, como os trens urbanos, que irão impactar diretamente na mobilidade das pessoas. Assim, mapear quais são as principais políticas que impactam a mobilidade urbana no nível federal e seu estágio



de implementação, bem como resultados obtidos e esperados é uma ação prioritária.

- Fiscalização e monitoramento das leis de uso e ocupação do solo: fiscalização e apoio aos municípios para a efetiva aplicação das leis de uso e ocupação do solo. Assim, evita-se o crescimento descontrolado das cidades que acarreta espraiamento das mesmas pelo território aumentando as distâncias a serem percorridas até os locais com oferta de empregos e de serviços, aumentando os custos do transporte público e reduzindo sua produtividade.
- Implementação dos Planos de Mobilidade Urbana: os planos de mobilidade urbana ajudam a identificar as opções de investimentos de recursos públicos e privados em infraestrutura de transporte urbano. Por outro lado, a elaboração de monitoramento da implementação dos planos, seja através de indicadores adequados ou de estudos de impacto regulatório, permitam o contínuo aprimoramento das ações tomadas.
- Contínua coleta e análise de dados de transportes para acesso dos entes públicos e da sociedade, a depender do grau de confidencialidade dos mesmos.
- Campanhas educacionais: tendo em vista que os consumidores terão acesso a uma maior

variedade de serviços de mobilidade, informa-los dos impactos ambientais, sociais e econômicos de suas escolhas pode ajuda-los a tomarem decisões que sejam alinhadas com o bem estar social.

- Promoção de P&D em Big Data na mobilidade urbana: o uso de big data já possui múltiplas aplicações na mobilidade urbana. A promoção de P&D para o desenvolvimento de soluções para aproveitamento dos dados gerados por frotas de veículos pode trazer impactos significativos na otimização do trânsito nas cidades.
- Fomento de pesquisas e projetos pilotos para compreender o comportamento do consumidor frente ao uso de veículos nas grandes cidades: os padrões de posse e utilização de veículos particulares estão se alterando ao longo das gerações. Além disso, as tendências de compartilhamento veicular e de eletrificação de veículos leves trarão novos desafios e impactos tanto para a mobilidade, o uso do solo e a oferta de combustíveis e eletricidade. A promoção de pesquisas e implementação de projetos pilotos que permitam maior compreensão dos hábitos e padrões de uso veicular são insumos importantes para a elaboração de políticas públicas.
- Análise de impacto regulatório (MPES).

### 6.3.2 Ações no nível local

- Aprimorar e fomentar a coleta, tratamento e divulgação de dados referentes aos transportes públicos para uso dos cidadãos;
- Qualificação do sistema de ônibus urbano para um melhor nível de serviço;
- Aperfeiçoamento da coleta, gerenciamento, consolidação e divulgação de dados referentes

- ao transporte coletivo urbano (frota, passageiros, distâncias, p-km, v-km);
- Criação de base de dados nacional sobre o sistema de ônibus;
  - Aperfeiçoamento do gerenciamento das frotas de ônibus e dos mecanismos de M&V;
  - Utilização e divulgação dos dados provenientes de tecnologia embarcada em ônibus BRT;
  - Aperfeiçoamento da integração do sistema de ônibus urbanos com outros modais (não motorizado, privado, trem);

- Determinação de elementos para fiscalização e para os requisitos mínimos de desempenho da frota de ônibus na Esfera Municipal.
- Aprimorar e homogeneizar (dentre os diferentes entes do governo) estatística de frota de veículos leves;
- Políticas de desincentivo ao uso do automóvel e priorização do uso de transporte coletivo e não motorizado.

## 7. Outras Tendências

Nesta seção são apresentadas tendências que podem influenciar a o comportamento do consumidor. Apesar seus impactos potenciais ainda

serem incertos, tais tendência merecem ser monitoradas.

### 7.1 Digitalização

Tecnologias digitais têm se tornado padrão em diversos dispositivos e equipamentos. Essas tecnologias, em conjunto com imensos avanços nas áreas de conectividade e processamento de dados, têm criado novas possibilidades de serviços e produtos para o atendimento das nossas necessidades. No campo da energia, a digitalização abre um leque de oportunidades para aprimorar a produtividade, eficiência e segurança dos sistemas energéticos. Termostatos inteligentes, por exemplo, podem ajustar a operação de condicionadores ambientais com o perfil de uso de cada usuário ou de acordo com sinais tarifários em cada hora. De um modo geral, a conectividade de diferentes equipamentos à rede (Internet of Things) permitiria o gerenciamento otimizado dos recursos. No aspecto da mobilidade, a digitalização e a automação podem introduzir veículos autônomos na sociedade, que poderiam impulsionar o modelo de transporte como

serviço de compartilhamento ou assinatura. Nos serviços de carga a digitalização também permitiria maior eficiência logística. A tecnologia de blockchain também se torna relevante nesse contexto, podendo viabilizar transações de eletricidade entre usuários finais, reduzindo intermediários. Na área industrial, a robotização, inteligência artificial e impressoras 3D também podem economizar recursos e aumentar a rapidez dos processos. No entanto, é preciso reconhecer que o processamento, transmissão e armazenamento dos dados de bilhões de equipamentos intensificam o consumo de energia. Adicionalmente, há uma incerteza quanto à intensidade do efeito rebote em razão da digitalização. No caso de veículos autônomos, por exemplo, é provável que haja um aumento do número de viagens que se traduzam em maior consumo energético.

## 7.2 Criptomoedas

A “mineração” das moedas digitais, também conhecidas como criptomoedas, é feita através de cálculos computacionais complexos em grandes centros de processamento. Os computadores utilizados consomem grande quantidade de energia para realizar a mineração, e seu uso tem se intensificado nos últimos anos por causa da enorme valorização de tais moedas. De acordo com o site Digiconomist.net , nos últimos doze meses foram

consumidos cerca de 71 TWh na mineração de Bitcoins (a moeda digital mais conhecida), o que é próximo do consumo elétrico do Chile. No caso brasileiro, não se espera que a mineração de criptomoedas possa impactar significativamente o consumo no país, pois os grupos que se dedicam intensivamente a essa atividade procuram países baixos preços de eletricidade e, preferencialmente, baixas temperaturas, como a Islândia , por exemplo.

## 7.3 Smart cities

Cidades inteligentes são aquelas que proporcionam melhoria de qualidade de vida para seus habitantes através da interação dos seus diversos recursos, serviços e financiamentos. Esses fluxos de interação são considerados inteligentes por fazerem uso estratégico de infraestrutura e serviços e de informação e comunicação com planejamento e gestão urbana para dar resposta às necessidades sociais e econômicas da sociedade (FGV).

A disseminação de soluções inteligentes para as cidades, devem torná-las mais produtivas, menos violentas, com menos congestionamentos e emissões de poluentes, dentre outras características que contribuam para melhorar a qualidade de vida das pessoas neste ambiente. Portanto, políticas em prol de avanços na mobilidade urbana, uso eficiente da energia, gestão da demanda de energia, melhor aproveitamento do lixo e do biogás estão em linha com este conceito.

## 8. Considerações Finais

O objetivo deste estudo é discutir como algumas tendências podem influenciar o comportamento e a tomada de decisão de consumo e produção de energia pelos indivíduos. Nesse sentido, foram analisados alguns determinantes que podem influenciar o comportamento do consumidor sobre micro e minigeração distribuída, eficiência energética, conforto ambiental, cocção de alimentos e mobilidade urbana. Para cada tópico, foram consideradas as possíveis consequências sobre a carga de energia elétrica, matriz energética e emissões, bem como as recomendações de ações,

políticas ou tecnologias que podem ser consideradas nos estudos de planejamento energético.

Como destacado, algumas das recomendações sugeridas possuem caráter exploratório e para fins de proposição de políticas públicas, tais recomendações exigem maior esforço de pesquisa. Além disso, a avaliações de impacto, sobretudo dos equipamentos de ar condicionadores sobre a curva de carga de eletricidade, necessitam do desenvolvimento de metodologias específicas, inclusive metodologias que incorporem as incertezas

associadas à complexidade das tomadas de decisão dos agentes.

Além dos esforços direcionados ao desenvolvimento de modelos e metodologias, a disponibilidade de dados é um ponto nevrálgico

nesse processo. A fim de analisar as tendências futuras de comportamento, é necessário conhecer como a posse de equipamentos e hábitos de uso de energia vem se alterando ao longo do tempo. Assim, a disponibilidade de dados confiáveis e periódicos são essenciais.

## Referências

ANEEL. Pesquisa ANEEL de satisfação dos consumidores com geração distribuída. Nota Técnica nº 0017/2015-SRD/ANEEL – ANEXO III. 2015

ASSIS, E. S.; LOURA, R. M. Eficiência energética: o desafio para planejamento urbano. <http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/CBPE2004/Artigos/EFICI%CANCIA%20ENERG%C9TICA%20-%20O%20DESAFIO%20PARA%20PLANEJAMENTO%20URBANO.pdf>

BANCO MUNDIAL. World Development Report 2015: Mind, Society, and Behavior. Banco Mundial, Washington, D.C, 2015.

BRUCE, N. G.; AUNAN, K.; REHFUESS, E. A. Liquefied petroleum gas as a clean cooking fuel for developing countries: implications for climate, forests, and affordability. *Materials on Development Financing*, n. 7, 2017.

DARGAY, J.; GATELY, D. Income's effect on car and vehicle ownership, worldwide: 1960–2015. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 33, n. 2, p. 101-138, 1999.

EEA [European Environment Agency]. Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take? EEA Technical report Nº 5/2013. EEA, Copenhagen, 2013

ECONOMIA COMPORTAMENTAL. O que é economia comportamental? 2016. Disponível em:

<http://www.economiacomportamental.org/o-que-e/>

EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. Recursos Energéticos Distribuídos: Impactos no Planejamento Energético. Nota Técnica DEA 016/2018, 2018.

EID, C. et al. The economic effect of electricity net-metering with solar PV: Consequences for network cost recovery, cross subsidies and policy objectives. *Energy Policy*, v. 75, p. 244-254, 2014.

ENERGY SERVICE. Gamification could help to reduce peak energy use. 2014.

FONSECA, S. A eficiência energética do ponto de vista dos cidadãos. Universidade Nova de Lisboa. VI Congresso Português de Sociologia. 2008

GREENER. Estudo Estratégico. Mercado Fotovoltaico de Geração Distribuída. 1º Semestre de 2018. Janeiro de 2018.

HELTBERG, R. Factors Determining Household Fuel Choice in Guatemala. *Environment and Development Economics*, v.10, p. 337 – 61, 2005.

IRENA. Biogas for domestic cooking: Technology brief. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2017. Disponível em: <http://www.irena.org/publications/2017/Dec/Bio-gas-for-domestic-cooking-Technology-brief>

IEA [International Energy Agency]. The Future of Cooling: Opportunities for energy-efficient air conditioning. OECD/IEA, Paris, 2018. Disponível em: [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/The\\_Future\\_of\\_Cooling.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/The_Future_of_Cooling.pdf).

INSTITUTO AKATU. Governo japonês quer funcionários sem gravata no verão. Acesso em 28/06/2018. Disponível em: <https://www.akatu.org.br/noticia/governo-japones-quer-funcionarios-sem-gravata-no-verao/>.

JOHN, J. OhmConnect Reveals \$15M in VC Funding and 100MW Stake in Behavioral Demand Response. 2018. Disponível em: <https://www.utilitydive.com/news/how-opower-is-pushing-behavioral-demand-response-into-the-mainstream/399790/>

KHALILPOUR, R. e VASSALLO, A. Leaving the grid: An ambition or a real choice? Energy Policy, Volume 82, Julho de 2015, p. 207-221.

MASERA, O. R.; SAATKAMP, B. D.; KAMMEN, D. M. From linear fuel switching to multiple cooking strategies: a critique and alternative to the energy ladder model. World Development, v. 28, n. 12, p. 2083-2103, 2000.

MIT. Utility of the Future. 2016.

MURPHY, J. T. Making the energy transition in rural East Africa: Is leapfrogging an alternative? Technological Forecasting and Social Change, v. 68, n. 2, p. 173-193, 2001.

PALM, A. Peer effects in residential solar photovoltaics adoption—A mixed methods study of Swedish users. Energy Research & Social Science. Volume 26, April 2017, Pages 1-10. 2017.

RAO, M. N.; REDDY, B. S. Variations in energy use by Indian households: an analysis of micro level data. Energy, v. 32, n. 2, p. 143-153, 2007.

SIGRIN, B.; PLESS, J.; DRURY, E. Diffusion into new markets: evolving customer segments in the solar photovoltaics market. Environmental Research Letters, v. 10, n. 8, p. 084001, 2015.

STEWART, J.; CLEFF, P. Are You Leaving Peak Demand Savings on the Table? Estimates of Peak-Coincident Demand Savings from PPL Electric's Residential Behavior-Based Program. 2014. Disponível em: <http://www.oracle.com/us/industries/utilities/leaving-peak-demand-saving-3631931.pdf>

VAN DER KROON, B.; BROUWER, R.; VAN BEUKERING, P. J. H. The energy ladder: Theoretical myth or empirical truth? Results from a meta-analysis. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 20, p. 504-513, 2013.

UNIEP. Alcançar a eficiência energética através da mudança de comportamento. Acesso em 28/06/2018. Disponível em: <http://unipe.br/2015/07/23/alcançar-a-eficiencia-energetica-atraves-da-mudanca-de-comportamento/>

WALTON, R. How Opower is pushing behavioral demand response into the mainstream. 2015. Disponível em: <https://www.utilitydive.com/news/how-opower-is-pushing-behavioral-demand-response-into-the-mainstream/399790/>

WHO [WORLD HEALTH ORGANIZATION]. Burning opportunity: clean household energy for health, sustainable development, and wellbeing of women and children. Geneva: World Health Organization, 2016