



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

ELETRIFICAÇÃO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: CONTEXTO E POSSIBILIDADES RUMO AO DESENVOLVIMENTO LOCAL

HENRIQUE CORRÊA VIEIRA

Universidade Federal do Rio Grando do Sul
hvieira.adm@gmail.com

EUGENIO AVILA PEDROZO

eugenio.pedrozo@ufrgs.br

ELETRIFICAÇÃO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: CONTEXTO E POSSIBILIDADES RUMO AO DESENVOLVIMENTO LOCAL

Resumo

A falta de acesso à energia é um campo que tem recebido ampla atenção de pesquisadores, sendo mais conhecido como pobreza energética. No Brasil, essa situação é vivenciada por milhares de pessoas que vivem fora do Sistema Interligado Nacional para distribuição de energia. Essas pessoas vivem em cidades e pequenas comunidades que estão localizadas majoritariamente na região amazônica, que por suas particularidades geográficas depende principalmente de sistemas isolados de energia. Muitas dessas comunidades que enfrentam uma situação de pobreza energética sequer possuem acesso à energia elétrica, ou estão sujeitas a fontes não sustentáveis, como os geradores à diesel. Ao realizar uma revisão sobre este cenário, o presente artigo tem por objetivo debater sobre as características institucionais e tecnológicas envolvidas nos processos de eletrificação em sistemas isolados, sobretudo na região amazônica. A partir do contexto analisado, conclui-se que os projetos de eletrificação e políticas públicas devem cada vez mais estar atentos para a realidade local, valorizando as características das comunidades e fontes locais e renováveis de energia. Assim, o acesso à energia estará alinhado ao desenvolvimento local.

Palavras-chave: acesso à energia; pobreza energética; Amazônia; fontes renováveis de energia; políticas públicas.

ELECTRIFICATION IN THE BRAZILIAN AMAZON: CONTEXT AND POSSIBILITIES TOWARDS LOCAL DEVELOPMENT

Abstract

Lack of access to energy is a field that has received wide attention of researchers, being known as energy poverty. In Brazil, this situation is experienced by thousands of people who live outside the National Interconnected System for power distribution. These people live in cities and small communities that are located mostly in the Amazon region, the Amazon region, which by its geographical peculiarities depends mainly on isolated power systems. Many of these communities facing energy poverty not even have access to electricity, or are subject to unsustainable sources, such as diesel generators. By conducting a review of this scenario, the present paper aims to discuss the institutional and technological characteristics involved in the electrification processes in isolated systems, especially in the Amazon region. From the context analyzed, it is concluded that the electrification projects and public policies should increasingly be aware of the local situation, valuing the characteristics of the communities and local and renewable energy sources. Thus, energy access will be aligned to local development.

Keywords: energy access; energy poverty; Amazon; renewable sources of energy; public policies.

1 Introdução

A pobreza é um problema sério, muito se debate sobre ela, possíveis soluções, papel do governo, das empresas, das ONGs, se a Base da Pirâmide é um mercado a ser explorado ou se são potenciais produtores a serem desenvolvidos. A questão da pobreza é um problema complexo não só em relação às soluções, mas também em relação a quem está na situação de pobreza, são indivíduos que representam múltiplas culturas, etnias, capacidades e necessidades (PRAHALAD, 2012). A pobreza por si só pode ser representada por diferentes situações, como a fome, doenças, marginalização, baixa escolaridade e falta de acesso a determinadas estruturas, como saneamento básico e energia.

A falta de acesso à energia é um campo que tem recebido ampla atenção de pesquisadores, sendo mais conhecido como pobreza energética. O conceito de pobreza energética está ligado à noção de círculos viciosos ligando os serviços de energia e a pobreza (KAYGUSUZ, 2011), ou seja, as pessoas não possuem acesso à energia, o que aumenta a condição de pobreza, ou possuem acesso a fontes não sustentáveis, o que também aumenta a situação de pobreza. O assunto tem movimentado a agenda internacional de debates tamanha é sua importância, e diversas atividades direcionadas para o acesso a fontes modernas de energia têm sido desenvolvidas (BAZILIAN et. al., 2012).

No Brasil não é diferente, embora tenhamos uma fonte energética em sua maior parte “limpa” e o acesso à energia em áreas urbanas seja quase total, a diferença é grande quando tratamos sobre eletrificação rural, principalmente na região amazônica. Grande parte da Amazônia brasileira está fora do Sistema Interligado Nacional de distribuição de energia, logo fica sujeita à utilização de sistemas isolados. Ao longo dos anos, as tentativas de expandir a eletrificação na região têm alcançado algum sucesso, como os projetos PRODEEM e Luz para Todos. Ainda assim, cerca de um milhão de moradores da região continuam sem acesso à energia elétrica, ou estão sujeitos a fontes não sustentáveis, como geradores à diesel.

Tendo como base este cenário, o presente artigo tem por objetivo apresentar um debate sobre os eixos institucional e tecnológico envolvidos nos processos de eletrificação na Amazônia, bem como algumas características da região amazônica e das comunidades receptoras dos processos de eletrificação. Além disso, são apresentadas discussões que buscam avançar em direção à mudança de paradigma proposta por Van Els, Vianna e Brasil Jr (2012), passando a tratar o acesso à energia elétrica como uma possibilidade para o desenvolvimento local, culminando na mitigação da pobreza.

Este trabalho está dividido em cinco partes além desta introdução, sendo a primeira uma revisão sobre o contexto institucional pertinente ao processo de eletrificação no Brasil durante os últimos vinte anos, onde são apresentadas as principais leis, decretos e normas, assim como os projetos desenvolvidos nesse período. Após são apresentadas as principais tecnologias utilizadas para ampliar o acesso à energia no cenário nacional, em especial na região amazônica. A próxima seção diz respeito às características do processo de eletrificação na Amazônia. Após apresentados os três eixos, institucional, tecnológico e especificidades locais, surgem as discussões sobre como estes pilares podem ser trabalhados em conjunto para que o processo de eletrificação auxilie no desenvolvimento das comunidades isoladas da região amazônica, focando no acesso à energia para fins produtivos. Por último são apresentadas as conclusões do trabalho, retomando os principais pontos encontrados.

2 Contexto institucional: os últimos 20 anos

O acesso à energia elétrica está diretamente relacionado ao contexto institucional do país, especialmente quando se trata da região amazônica, considerando que esta é um local com muitas peculiaridades, no qual modelos aplicados à outras localidades dificilmente

podem ser replicados. Logo, ao considerar estas especificidades, leis e projetos do governo podem facilitar ou dificultar o processo de eletrificação naquela região, assim como as agências reguladoras e empresas concessionárias de energia elétrica também têm influência sobre quando, como e quem terá acesso à energia elétrica.

Pinheiro et. al. (2012) destacam alguns dos principais instrumentos legais referentes ao setor brasileiro de eletricidade, os quais estão relacionados à produção independente de energia e seu comércio, e aos incentivos à produção de energia a partir de fontes alternativas em sistemas isolados. Em relação aos aspectos de mercado e comércio de energia podemos encontrar a Lei 9074, de 1995, e o Decreto N° 2003, de 1996, os quais definem o ambiente, os agentes de comercialização e a formação de preço para a energia produzida de forma independente. Já as Resoluções Normativas da ANEEL, N° 335, de 2008, e N° 390, de 2009, apresentam as condições para a obtenção de concessão, autorização, conexão e comercialização de energia proveniente de fontes alternativas em sistemas isolados (PINHEIRO et. al., 2012).

Além do que é apresentado pelo autor, a ANEEL traz uma série de leis, decretos e resoluções pertinentes à geração de energia elétrica, sua regulação, transmissão e comercialização, assim como as relações com a legislação sobre os recursos hídricos. Um resumo destes documentos está disponível no Quadro 01.

Quadro 01: Leis, decretos e normas pertinentes à geração de energia elétrica no Brasil.

Documento	Descrição
Lei 8987, 1995	Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no Art. 175 da Constituição Federal.
Lei 9427, 1996	Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.
Lei 9433, 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Lei 9648, 1998	Altera os dispositivos das Leis n° 9.074/1995 e 9.427/1996.
Lei 9984, 2000	Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA.
Lei 10438, 2002	Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária e universalização do Serviço Público de Energia Elétrica, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, a Conta de Desenvolvimento Energético - CDE, dá nova redação às Leis n° 9.427 de 26 de dezembro de 1996, 9.648 de 27 de maio de 1998, 3.890-A de 25 de abril de 1961, 5.655 de 20 de maio de 1971, 5.899 de 5 de julho de 1973, 9.991 de 24 de julho de 2000, prorroga o prazo para entrada em operação das Usinas enquadradas no Programa Prioritário de Termoeletricidade.
Lei 10847, 2004	Autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE.
Lei 10848, 2004	Trata do novo modelo do setor elétrico, altera as Leis n° 9.074/1995, 9.427/1996, 9.648/1998.
Lei 12783, 2013	Dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais e sobre a modicidade tarifária; altera as Leis n° 10.438, de 26 de abril de 2002, 12.111, de 9 de dezembro de 2009, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 10.848, de 15 de março de 2004; revoga dispositivo da Lei n° 8.631, de 4 de março de 1993.
Decreto 5163, 2004	Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica.
Resolução ANEEL n° 652, 2003	Estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH).
Resolução ANEEL n° 343, 2008	Estabelece procedimentos para registro, elaboração, aceite, análise, seleção e aprovação de projeto básico e para autorização de aproveitamento de potencial de energia hidráulica com características de Pequena Central Hidrelétrica – PCH.
Resolução ANEEL n° 404, 2010	Altera a Resolução Normativa n° 343.

Fonte: ANEEL, 2014.

Além da legislação capaz de interferir no acesso à energia elétrica, três programas do governo merecem destaque, pois recebem farta atenção da literatura no assunto. São eles o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), o Programa Luz no Campo (PLC) e o Programa Luz para Todos (PLT).

O Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios foi criado a partir de um decreto presidencial em 27 de dezembro de 1994, tendo como objetivo aumentar o acesso à energia elétrica no país, principalmente em comunidades isoladas e a partir de fontes de energia renovável. Tal intenção fica bastante clara a partir do texto do decreto, o qual expõe os objetivos do programa da seguinte forma:

I – viabilizar a instalação de microssistemas energéticos de produção e uso locais, em comunidades carentes isoladas e não servidas por rede elétrica, destinados a apoiar o atendimento das demandas sociais básicas; II – promover o aproveitamento das fontes de energia descentralizadas no suprimento de energéticos aos pequenos produtores, aos núcleos de colonização e às populações isoladas; III – complementar a oferta de energia dos sistemas convencionais com a utilização de fontes de energia renováveis descentralizadas; IV – promover a capacitação de recursos humanos e o desenvolvimento da tecnologia e da indústria nacionais, imprescindíveis à implantação e à continuidade operacional dos sistemas a serem implantados (MME, 1994).

O PRODEEM propõe ainda o engajamento de diversos atores no desenvolvimento de suas atividades, como o apoio de estados, municípios e organizações públicas e privadas, nacionais ou internacionais, principalmente por meio de convênios e acordos de cooperação (MME, 1994). De acordo com o decreto, cabe ainda ao Ministério de Minas e Energia conciliar os diversos atores que possuem alguma responsabilidade social e econômica em relação à oferta de energia (MME, 1994).

O programa consiste em iniciativas de eletrificação fora da rede (*off-grid*), baseadas principalmente na tecnologia fotovoltaica (GÓMEZ; SILVEIRA, 2010), bem como algumas iniciativas envolvendo a geração eólica, sistemas híbridos, e a utilização de combustíveis fósseis em localidades remotas (GOLDEMBERG; LA ROVERE; COELHO, 2004). Próximo ao ano 2004 o projeto começou a utilizar algumas iniciativas baseadas na geração hidrelétrica e a partir da biomassa, em uma tentativa de testar diferentes modelos (GOLDEMBERG; LA ROVERE; COELHO, 2004).

Operando por meio de sistemas descentralizados, o foco da eletrificação não estava nas residências, mas sim em escolas, instalações relacionadas à saúde, espaços da comunidade e bombas de água. O PRODEEM beneficiou até o ano 2000, cerca de 604.000 pessoas em 3.050 vilarejos, além da instalação de 8.700 sistemas fotovoltaicos até 2002. Na região amazônica, cerca de 500 comunidades foram cobertas pelo programa (ANDRADE; ROSA; SILVA, 2011; ELS; VIANNA; BRASIL JR, 2012).

Embora tenha beneficiado muitas pessoas, o PRODEEM ainda apresentava algumas fragilidades, como: i) uma abordagem *top-down*; ii) falta de esquemas para a recuperação dos custos; iii) falta de responsabilidade das comunidades e dos Estados pelos equipamentos; iv) falta de coordenação para a expansão das redes (GOLDEMBERG; LA ROVERE; COELHO, 2004). Somado a esses problemas, 46% dos sistemas instalados foram perdidos, e 36% deixaram de funcionar logo após o início das operações, mesmo tendo sido corretamente instalados (ELS; VIANNA; BRASIL JR, 2012).

Tais falhas em relação ao PRODEEM desencadearam novas iniciativas por parte dos poderes Executivo e Legislativo no sentido de incentivar as novas concessionárias a investir na eletrificação rural e serviços de fornecimento destinados aos consumidores de baixa renda, o que resultou no Programa Luz no Campo (GOLDEMBERG; LA ROVERE; COELHO, 2004). Tal programa, denominado Programa Nacional de Eletrificação Rural, ou “Luz no Campo” teve como objetivo a melhoria das condições sócio-econômicas dos consumidores

localizados em áreas rurais, o que deveria ocorrer em articulação com os demais programas do governo, como o PRODEEM (ANEEL, 1999).

O programa LNC estava concentrado na expansão da rede elétrica, de modo que os consumidores deveriam pagar uma taxa de conexão financiada em longo prazo (ANDRADE; ROSA; SILVA, 2011). Esta taxa representava grande parte do investimento necessário para a eletrificação, o que acabou provocando o desinteresse de muitos consumidores, ou ainda que houvesse o interesse, muito não podiam arcar com os valores necessários para participar do programa.

De acordo com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA, 2011), o governo brasileiro começou a enfrentar o desafio de levar energia elétrica ao meio rural, de forma organizada, nos últimos anos do século XX. Conforme foi apresentado anteriormente, as tentativas anteriores ainda esbarravam em alguns problemas, evidenciando a necessidade de uma nova abordagem para a eletrificação rural. Assim surge o Programa de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica no Meio Rural Brasileiro, mais conhecido como “Luz para Todos”, com o objetivo de fornecer energia elétrica para cerca de 12 milhões de pessoas ainda sem acesso às redes de transmissão.

O programa incluiu como sua principal meta a inclusão social por meio do acesso à energia elétrica, considerando que esta é um mecanismo para o desenvolvimento social e econômico, uma forma de diminuir a pobreza e aumentar a renda das famílias (COELHO; GOLDEMBERG, 2013). Dentre os públicos tratados como prioridade para o programa, alguns são apresentados no Quadro 02.

Quadro 02: Públicos prioritários para o programa LPT.

Público
Projetos de eletrificação rural paralisados por falta de recursos, que atendam comunidades e povoados rurais.
Municípios com Índice de Atendimento a Domicílios inferior a 85%, calculado com base no Censo 2000.
Municípios com Índice de Desenvolvimento Humano inferior à média estadual.
Comunidades atingidas por barragens de usinas hidrelétricas ou por obras do sistema elétrico.
Projetos que enfoquem o uso produtivo da energia elétrica e que fomentem o desenvolvimento local integrado.
Escolas públicas, postos de saúde e poços de abastecimento de água.
Assentamentos rurais.
Projetos para o desenvolvimento da agricultura familiar ou de atividades de artesanato de base familiar.
Atendimento de pequenos e médios agricultores.
Populações do entorno de Unidades de Conservação da Natureza.
Populações em áreas de uso específico de comunidades especiais, tais como minorias raciais, comunidades remanescentes de quilombos e comunidades extrativistas.

Fonte: IICA, 2011.

Ao contrário dos programas anteriores, este foi implementado a partir de um modelo diferente, sendo a execução coordenada unicamente por companhias estatais (em especial a Eletrobrás) em conjunto com um quadro deliberativo que permitia a participação de representantes da comunidade (ELS; VIANNA; BRASIL JR, 2012). Outra diferença, principalmente em relação ao LNC, é que a intenção era explorar formas alternativas à extensão das redes, como formas de geração descentralizada em comunidades isoladas, como na Amazônia.

Isso ocasionou a busca por energias renováveis de fontes locais que pudessem atender as necessidades dos consumidores, considerando a disponibilidade de recursos naturais, as vantagens da fonte explorada, a redução no consumo de óleo diesel e o desenvolvimento de atividades produtivas locais (PINHEIRO et. al., 2012). Estas iniciativas desencadearam uma

série de pesquisas para atender a demanda por novas fontes de energia renovável, conforme é apresentado por Els, Vianna e Brasil Jr (2012) no Quadro 03.

Quadro 03: Projetos para geração descentralizada utilizando energias renováveis.

Tecnologia	Descrição
Turbina hidrocínética	Turbina hidrocínética de 1KW para uso da comunidade.
Micro hidrelétrica	Micro hidrelétrica de 50KW de um fabricante de turbinas local (Amazônia).
Motor stirling	Motor stirling de 5KW a partir de biomassa.
Turbina a vapor	Produção de eletricidade a partir de descartes de madeira em uma turbina a vapor de 200KW.
Biodiesel	Produção de biodiesel a partir de óleos vegetais.
Sistema híbrido solar, eólico e diesel	Revitalização de um sistema de 2KW fotovoltaicos, 30KW de diesel e duas turbinas eólicas de 10KW.
Sistema híbrido solar e eólico	Instalação de sistema fotovoltaico de 3,3KWp e uma turbina eólica de 1KW.
Gaseificação de biomassa	Gaseificação a partir de resíduos de açaí.
Sistemas fotovoltaicos	Sistemas fotovoltaicos de 19KW para uso residencial.
Óleo vegetal	Uso do óleo de palma em motores à diesel de 92KW.

Fonte: ELS; VIANNA; BRASIL JR, 2012.

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (2014), até o final do mês de outubro de 2013, 15 milhões de pessoas foram beneficiadas e estima-se que cerca de 460 mil empregos diretos e indiretos tenham sido gerados pelo programa, que já cumpriu 3.084.813 ligações. Porém, devemos atentar para o fato de que muitos vilarejos em localidades remotas, principalmente na Amazônia, não fazem parte das estatísticas (COELHO; GOLDEMBERG, 2013), o que representa que, apesar dos benefícios anunciados, muitas pessoas podem não ter acesso básico à energia elétrica, ou quando há, está não é suficiente para fins produtivos.

3 Tecnologias para o acesso à energia elétrica

Ao revisar o contexto institucional sobre a eletrificação no Brasil fica clara a importância do acesso a diferentes tecnologias, principalmente as que fazem uso de fontes renováveis, para a mitigação do problema energético no país, além da adaptação destas tecnologias a cada contexto. Isso é exatamente o que deve acontecer na região amazônica, a mais necessitada do país e talvez a mais peculiar por suas características naturais, as quais acabam dificultando as formas convencionais de acesso à energia elétrica.

Não é de hoje a intenção de utilizar fontes renováveis de energia por parte do governo, como é possível perceber a partir do PRODEEM e do Programa Luz para Todos. Porém, ao menos o primeiro recebe algumas críticas por parte de alguns pesquisadores, como fato de apresentar um viés claro em direção à energia fotovoltaica, uma tentativa de criar demanda para a tecnologia no país, barateando os custos para sua implementação. O que aconteceu foi o contrário, estas fontes não foram recebidas como o esperado, em parte por falta de preparação das comunidades que não conseguiram se adaptar e também pelos custos elevados dos equipamentos, os quais eram importados (GOLDEMBERG; LA ROVERE; COELHO, 2004; ANDRADE; ROSA; SILVA, 2011; VAN ELS; VIANNA; BRASIL JR, 2012).

Por outro lado, as iniciativas de sucesso desencadeadas pelos diferentes programas apresentaram que sim, diferentes tecnologias utilizadas em harmonia com as especificidades locais podem ser benéficas ao processo de eletrificação rural. Dentre os textos analisados, algumas tecnologias recebem maior destaque, como a solar, hidrelétrica e biomassa, e além destas, outras apresentam papel coadjuvante, como a eólica e a geração de biodiesel nas comunidades. Antes de apresentar estas tecnologias, porém, se faz necessário conhecer um modelo muito utilizado em localidades isoladas, os geradores à base de diesel.

Os sistemas de geração de energia baseados no diesel estão presentes em muitas comunidades rurais da Amazônia, e sua manutenção pode ter custos altos, mesmo que exista algum tipo de apoio do município ou do Estado. Há um enorme consumo de diesel na região para a geração de energia e também para o transporte do combustível, sendo estimado que em 2008, o número de motores à diesel operando para a geração de energia era de 1.267, apenas nos sistemas isolados (RENDEIRO et al., 2008).

Com o objetivo de baratear o custo da energia foi criada em 1973 a Conta de Consumo de Combustíveis (CCC). A CCC é uma compensação financeira que funciona como um subsídio para cobrir os custos de aquisição de combustíveis para a geração de eletricidade, ocasionando em um problema de dependência dos combustíveis fósseis para a geração de energia, já que o subsídio não pode ser utilizado para financiar fontes renováveis de energia elétrica (VAN ELS; VIANNA; BRASIL JR, 2012). Uma das alternativas para abandonar o uso dos geradores a base de diesel é utilizar a CCC para subsidiar a geração de energia a partir de fontes renováveis, o que pode acontecer por meio da sub-rogação da CCC. A sub-rogação da CCC é determinada pela Lei nº 10.438 de 22 de abril de 2002, a qual visa promover a substituição de derivados do petróleo e a redução do dispêndio da conta, pagando por 75% do custo de investimento em pequenas centrais hidrelétricas, centrais eólicas, centrais solares, biomassa e gás natural que substituam a geração a diesel.

2.1 Fontes de energia solar

A energia solar foi protagonista durante o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios, e embora existam críticas aos modelos utilizados na implantação dos projetos, a tecnologia pode ser uma importante aliada, principalmente as fontes de energia solar baseadas em tecnologia fotovoltaica (PV). Em uma substituição parcial dos geradores à diesel, painéis fotovoltaicos poderiam favorecer os sistemas híbridos, tendo em vista que a região amazônica possui pouca variação no potencial solar entre as estações, além de ser uma tecnologia recomendada para sistemas híbridos pequenos (ANDRADE; ROSA; SILVA, 2011).

No contexto das comunidades isoladas, Palit (2013) destaca que os sistemas fotovoltaicos baseados em intervenções descentralizadas tem sido importantes por trazer benefícios sociais e econômicos para a região sul da Ásia, como melhorias nos lares e nas instalações destinadas à saúde e à educação.

Kaygusuz (2011) ressalta que apesar dos sistemas fotovoltaicos serem menos sensíveis às características locais, mais fáceis de construir e mais adequados para a distribuição em rede ou fora dela (*off-grid*), outras tecnologias solares podem ser utilizadas, como a energia solar concentrada. Nesse sistema, espelhos concentram a luz solar em um fluido para gerar vapor e movimentar uma turbina. Essa tecnologia é mais barata que os painéis fotovoltaicos e sua única restrição é a necessidade de disponibilidade de água para resfriar a turbina (KAYGUSUZ, 2011).

De acordo com Pereira et. al. (2006) o potencial de uso de PV na região amazônica é imenso, podendo ser estimado de dezenas a centenas de MWp, ainda que apenas uma parcela das centrais geradoras à diesel adotassem módulos fotovoltaicos em sistemas híbridos. Deve-se considerar também que no futuro é possível converter os sistemas híbridos para uma configuração fotovoltaica/células de combustível, resultando em uma geração totalmente “limpa”.

2.2 Fontes de energia hidrelétrica

O modelo de fornecimento de energia elétrica no Brasil nas últimas décadas é em grande parte hidrelétrico, representando 72% da geração no país com 365,1 TWh (ANDRADE; ROSA; SILVA, 2011). Porém, grande parte desta geração é destinada ao Sistema Interligado Nacional, o qual não atinge quase a totalidade da região amazônica, tornando-a dependente de sistemas isolados de geração, principalmente das unidades termoeletricas, conforme é possível visualizar a partir da Figura 01.

Figura 01: Sistema integrado de transmissão e sistemas isolados



Fonte: ANEEL, 2008.

De acordo com a ANEEL (2008), a bacia do Rio Amazonas apresenta um potencial de geração muito grande, em torno de 106 mil MW, sendo superior à potência instalada no país em 2008 (102 mil MW). Porém, no contexto que apresentamos neste trabalho, a exploração de todo esse potencial por meio das grandes centrais hidrelétricas é inviável para as comunidades isoladas da região, pois provavelmente ocasionaria na realocação destas pessoas para outra localidade, afetando o modo de vida das mesmas. Outra questão que vem à tona é se todo esse potencial serviria para atender a região onde estão os sistemas isolados, ou se a energia seria toda escoada para o SIN.

Por isso, na maioria dos trabalhos que tratam sobre a energia proveniente de fontes hidráulicas em sistemas isolados, dois tópicos emergem como possibilidades para estas situações: as pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e as turbinas hidrocinéticas.

Em relação às pequenas centrais hidrelétricas, se forem localizadas de maneira adequada, podem reduzir significativamente os impactos ambientais em comparação às grandes centrais hidrelétricas (GOLDEMBERG; LA ROVERE; COELHO, 2004; KAUNDINYA; BALACHANDRA; RAVINDRANATH, 2009). Outro benefício proporcionado pelas PCHs é a continuidade do fornecimento de energia, garantindo a independência energética das comunidades receptoras (PEREIRA; FREITAS; SILVA, 2010).

Do potencial total de geração da bacia do Amazonas, 1,7GW foram identificados como próprios para a utilização de pequenas centrais hidrelétricas, porém, até 2011, apenas 15 usinas haviam sido instaladas, totalizando 12 MW (GÓMEZ; SILVEIRA, 2011). Logo, há um enorme potencial energético a ser explorado na região com o uso das PCHs, e ao que parece, o que falta são iniciativas de múltiplos atores (públicos, privados, ONGs) que possam beneficiar as comunidades isoladas.

Outra possibilidade tecnológica que possibilitaria explorar esse enorme potencial são as turbinas hidrocinéticas. A geração por meio das turbinas hidrocinéticas extrai a energia cinética, ao invés dos sistemas convencionais que extraem energia potencial. Assim como as PCHs, causam baixo impacto para as comunidades e para o meio ambiente, pois não

necessitam de reassentamento das populações, não têm custos altos, possuem um design simples e podem ser mantidas facilmente pelas comunidades (MILLER et. al., 2011).

2.3 Tecnologias para o aproveitamento de biomassa

De acordo com a ANEEL (2008) existem diferentes formas de obtenção de energia a partir da biomassa, sendo que todas prevêm a conversão da matéria utilizada em um produto intermediário que será processado em uma máquina motriz, a qual produzirá energia mecânica para acionar o gerador de energia elétrica. As principais rotas tecnológicas presentes nos planos energéticos nacionais são: ciclo a vapor com turbinas de contrapressão, ciclo a vapor com turbinas de condensação e extração e ciclo combinado integrado à gaseificação da biomassa (ANEEL, 2008).

O ciclo a vapor com turbinas de contrapressão é muito utilizado de forma integrada a processos produtivos e, do ponto de vista comercial, está consolidado no país, contando inclusive com um número razoável de produtores nacionais dos equipamentos necessários para sua utilização. O início do processo acontece com a queima da biomassa em caldeiras para a geração de vapor, o qual terá três finalidades de acordo com as necessidades do local: acionamento de turbinas de trabalho mecânico para as unidades de produção, acionamento de turbinas destinadas à geração elétrica e o atendimento das necessidades térmicas do processo produtivo (ANEEL, 2008).

O ciclo a vapor com turbinas de condensação e extração é uma alternativa ao ciclo anterior, sendo que a principal diferença é a presença de um condensador no exaustor da turbina e de níveis específicos para o aquecimento da água que alimentará a caldeira. Essas diferenças proporcionam maior flexibilidade na geração termelétrica, pois não está condicionada ao consumo de vapor de processo. Embora este sistema permita maior geração de energia elétrica, necessita de investimentos superiores para ser instalado (ANEEL, 2008).

O ciclo combinado integrado à gaseificação da biomassa trata da conversão de um combustível líquido ou sólido em um gás energético, este por sua vez será utilizado em usinas térmicas para a produção de energia elétrica. Embora não seja tão difundida quanto às outras, esta tecnologia pode ser usada em diferentes contextos, inclusive em combinação com os demais ciclos, o que aumenta o rendimento das máquinas (ANEEL, 2008). Em comparação às demais, esta é a tecnologia que recebe mais atenção quando se trata de biomassa para geração de energia elétrica na região amazônica, isso ocorre em função do possível aproveitamento dos restos da produção de madeira serrada e de outros produtos florestais não madeireiros.

De acordo com Goldemberg, La Rovere e Coelho (2004) resíduos provenientes de atividades agrícolas e florestais podem ser utilizados para a geração de eletricidade em sistemas isolados, para isso bastando o acesso a tecnologias de gaseificação de biomassa, ou pequenos ciclos de vapor. Outro ponto levantado pelos autores é a possibilidade da utilização de óleos vegetais *in natura*, tendo em vista que a região amazônica apresenta uma diversidade de plantas ricas em óleo natural, ou, com menor representatividade, a utilização de dejetos animais para a produção de biogás. Matos et al. (2011) argumentam a favor do uso da biomassa em comunidades isoladas, sendo que a região amazônica traz muitas possibilidades nesse sentido, como a utilização de rejeitos da produção de cacau, cupuaçu, açaí, piquiá, babaçu, bacuri e tucumã, além da produção de combustíveis alternativos, como a produção de biodiesel a partir do óleo de palma.

Um dos objetivos da utilização da biomassa é a substituição do uso do óleo diesel presente nas comunidades isoladas, como é o caso do projeto GASEIBRAS (COELHO et. al., 2006), o qual teve como objetivo o desenvolvimento de um sistema de gaseificação com tecnologia nacional, de fácil operação e manutenção e que fosse alimentado com biomassa *in natura* proveniente de resíduos locais. O equipamento foi instalado no vilarejo de Timbó,

município de Manacapuru, estado do Amazonas, onde a já havia um gerador à diesel, mas estava fora de operação, pois a comunidade não possui recursos suficientes para os gastos com óleo diesel (COELHO et. al., 2006).

O combustível utilizado para alimentar o gaseificador é a casca do cupuaçu, proveniente da principal atividade local, colheita e venda da polpa fruto. À finalização do projeto, o objetivo era de que ao menos 80% do consumo de diesel fosse substituído por biomassa, possibilitando melhorias na produção de cupuaçu a partir da venda de polpa congelada, além da utilização de computadores pela escola da comunidade (COELHO et. al., 2006).

4 Especificidades da região amazônica e o acesso à energia elétrica

A Amazônia Legal abrange aproximadamente 3.800.000 km², dez estados brasileiros e possui cerca de 25.000 km de rios navegáveis (IBGE, 2014). Uma parcela significativa desse espaço está fora do Sistema Interligado Nacional para a distribuição de energia elétrica, logo, a região amazônica apresenta um grande desafio para a eletrificação rural em nosso país. Geralmente as comunidades estão localizadas em áreas remotas, de difícil acesso, com uma estrutura de transporte precária e dificuldade de comunicação (PINHEIRO; RENDEIRO; PINHO; MACEDO, 2012).

Na Amazônia brasileira estão localizados 99% dos consumidores de energia em sistemas isolados do país (PINHEIRO; RENDEIRO; PINHO; MACEDO, 2012) e iniciativas são necessárias para atender a essas pessoas. Porém, estender a rede elétrica até as regiões necessitadas da Amazônia não é uma opção sensata por dois motivos: em função das condições naturais e topográficas do local; e não é uma forma eficiente em custos, pois seria necessário um alto investimento para beneficiar um número relativamente baixo de pessoas, as quais vivem em um contexto de pobreza, com baixa renda e consumo (GÓMEZ; SILVEIRA, 2011). Logo, estas pessoas apenas dispõem de alternativas *off-grid* para ter acesso à energia, das quais a mais comum são os geradores à base de óleo diesel.

Aliviar o desconforto sentido pelas pessoas que vivem em comunidades isoladas da Amazônia, assim como diminuir o consumo de óleo diesel utilizado para a geração de energia é uma das principais preocupações dos projetos de eletrificação. Em um primeiro momento, esse problema poderia ser resolvido pela utilização de sistemas híbridos, como o solar-diesel, diminuindo o consumo do combustível, assim como os custos com o transporte do mesmo (KAUNDINYA; BALACHANDRA; RAVINDRANATH, 2009). Além da tecnologia fotovoltaica, outras, como a hidráulica e de biomassa são apresentadas como alternativas para atender às comunidades.

As tentativas de levar estas tecnologias às comunidades são representadas principalmente pelos programas governamentais, principalmente o PRODEEM e o Luz para todos, os quais têm foco na utilização de tecnologias baseadas em fontes renováveis de energia, o último se destacando por levar em consideração as comunidades mais necessitadas e suas especificidades e também pela intenção de gerar empregos. Os projetos de universalização do acesso à energia conseguiram beneficiar cerca de 10 milhões de pessoas até 2010.

Ainda assim, um milhão de indivíduos continua sem acesso a eletricidade na região amazônica, e esses geralmente são os mais pobres, vivem em regiões rurais, longe dos grandes centros e próximos aos rios (GÓMEZ; SILVEIRA, 2010). Segundo as autoras, “paradoxalmente, estes são os habitantes com os mais baixos IDHs, e aqueles que deveriam ter recebido os benefícios mais altos para o fornecimento de serviços de eletricidade” (GÓMEZ; SILVEIRA, 2010, p. 6258). Explicando o paradoxo, nessa mesma época, o Índice

de Desenvolvimento Humano foi utilizado pelo governo e agências reguladoras como indicador de prioridades para os projetos de eletrificação.

A região amazônica continua com a situação mais preocupante. Isso ressalta a necessidade de iniciativas que envolvam múltiplos atores (tomadores de decisão, agências reguladoras, universidades e centros de pesquisa) no desenvolvimento de tecnologias e modelos de gestão adequados às especificidades destas comunidades, ou seja, respeitando aspectos culturais, sociais, econômicos e ambientais para a utilização de fontes renováveis e tecnologias de geração descentralizadas ou individuais (PEREIRA; FREITAS; SILVA, 2010). Andrade, Rosa e Silva (2011, p. 502) corroboram com este posicionamento ao argumentarem que

O desenvolvimento de políticas direcionadas a estas comunidades deve ser baseado em soluções viáveis e sustentáveis, desenhadas a partir de conhecimentos profundos e da compreensão da região amazônica, sua vegetação, potencial, características e a vocação de cada comunidade, em adição às lições aprendidas de projetos anteriores implementados na região.

Além disso, não basta apenas proporcionar o acesso à energia, esta deve ser direcionada para a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos que vivem no local, como acesso à saúde e educação, e acima de tudo que essa energia possa ser utilizada para fins produtivos, possibilitando o surgimento de novos negócios nas comunidades ou a melhoria dos que já existem. Esse entendimento do acesso à energia elétrica é fundamental para as discussões feitas à seguir, as quais buscam evidenciar as relações entre contexto institucional, tecnologias e especificidades locais na busca da eletrificação e do desenvolvimento das comunidades.

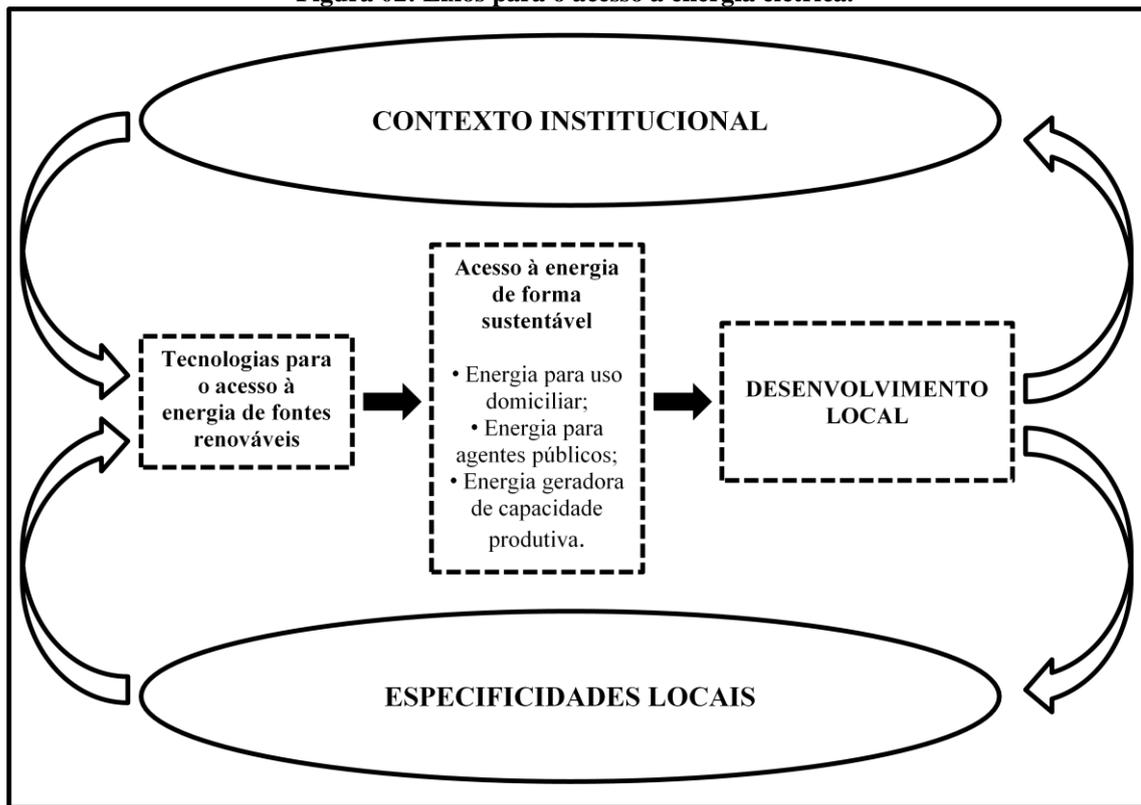
5 O acesso à energia em direção ao desenvolvimento local

Els, Vianna e Brasil Jr (2012) indicam a necessidade de uma transição do processo de eletrificação para o desenvolvimento, uma mudança de paradigma. Esse pensamento rompe em parte com a lógica dos programas brasileiros de universalização da energia elétrica, ou seja, levar a energia ao máximo de pessoas, fazendo com que todos os cidadãos brasileiros sejam atendidos pelo SIN ou pelos sistemas isolados. Podemos considerar que apesar dos esforços existentes valorizarem as tecnologias focadas em fontes renováveis, o que tem valor para os cálculos estatísticos é o acesso à energia, seja a partir de tecnologias mais limpas ou dos geradores à diesel. Uma prova desse raciocínio é a manutenção da Conta de Consumo de Combustíveis.

Uma mudança de paradigma deveria considerar o real acesso à eletricidade como o poder de usufruto direcionado não só à melhoria da qualidade de vida nos lares e instalações da comunidade dedicadas à saúde e educação, mas também à capacidade de desenvolver negócios locais capazes de gerar o desenvolvimento. Els, Vianna e Brasil Jr (2012) propõem que esta mudança aconteça em três frentes: i) a eletrificação rural deve ser tratada como desenvolvimento local; ii) as mini redes já existentes devem ser institucionalizadas dentro do setor de eletricidade; iii) os projetos devem ser executados com o auxílio de equipes multidisciplinares que busquem empoderar a gestão local e proporcionar o uso produtivo da energia.

Para que isso realmente aconteça devemos retomar os três contextos analisados e colocá-los de forma conjunta: eixo institucional + eixo tecnológico + especificidades da região amazônica e de cada comunidade. A Figura 02 apresenta os três eixos em forma de esquema, o qual nos permite fazer uma análise de processo de eletrificação tendo em vista o desenvolvimento da comunidade.

Figura 02: Eixos para o acesso à energia elétrica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Podemos observar que o principal objetivo passa a ser o desenvolvimento local, e todos os esforços realizados para o acesso à energia são direcionados para o objetivo máximo. Por um lado temos o contexto institucional influenciando as tecnologias disponíveis. Conforme foi possível verificar anteriormente, leis, decretos, normas e programas do governo podem desencadear a demanda por novas tecnologias, fazendo com que universidades, centros de pesquisa e empresa passem a investir em novos modelos capazes de explorar fontes renováveis de energia. O aumento de demanda por novas tecnologias é capaz de incentivar a produção nacional das mesmas, diminuindo custos para implantação e aumentando a capacidade de adaptação para a realidade das comunidades receptoras.

A criação de um mercado nacional para tecnologias que explorem fontes renováveis de energia consolidaria o uso das mesmas no país, como já é o caso dos ciclos de vapor com turbina de contrapressão, os quais são utilizados em sistemas produtivos. Um bom começo seria a utilização da Conta de Consumo de Combustíveis para a aquisição de novas tecnologias para as comunidades, um processo que pode ser feito de forma gradual, transformando os sistemas isolados em híbridos diesel-solar, biomassa, eólico ou hidráulico em um primeiro momento. Com a consolidação das tecnologias os sistemas podem ser convertidos completamente.

É sempre importante lembrar que a tecnologia não deve ser apenas aplicada à comunidade, o processo deve ser feito em conjunto com a mesma, até que os indivíduos da localidade tenham autonomia para manter o sistema funcionando. Isso remete à parte inferior do esquema, pois além de sofrerem influências do contexto institucional, as tecnologias também devem receber influência das especificidades locais.

As tecnologias devem ser adequadas a cada contexto, pois cada comunidade tem as próprias necessidades, as atividades desenvolvidas nem sempre são as mesmas, a forma de organização nem sempre é mesma, então, por que as tecnologias devem ser sempre as mesmas? Essa situação fica bastante clara a partir do exemplo do projeto GASEIBRAS, no

qual um gaseificador foi produzido e instalado em uma comunidade produtora de cupuaçu (as cascas eram utilizadas como biomassa). Se a aplicação fosse em uma comunidade de pescadores, provavelmente a tecnologia seria outra, pois a biomassa não faz tanto sentido assim. Por outro lado, o uso da energia provavelmente seria muito semelhante.

Quando há acesso a energia elétrica, este poderia ser dividido em três grupos: o acesso domiciliar, o acesso para os serviços públicos e o acesso direcionado à produção. O primeiro e o segundo são os que talvez apresentem resultados mais rápidos na qualidade de vida das pessoas. Em casa, é possível melhorar a qualidade da alimentação por meio da refrigeração, ter acesso à informação e à comunicação. Na comunidade, as escolas podem ampliar seu poder de educação, com energia é possível utilizar o turno noturno, melhorar a iluminação em sala de aula, usar computadores (que muitas vezes são recebidos, mas não podem ser utilizados por falta de energia), os postos de saúde podem melhorar o atendimento com uso de equipamentos mais modernos e é possível manter comunicação com grandes centros.

Porém é o último grupo o capaz de desencadear a mudança de paradigma proposta por Els, Vianna e Brasil Jr (2012). Antes de usar a energia para fins produtivos, a comunidade precisa aprender a mantê-la, pois só o acesso contínuo garantirá que ela poderá ser usada para fins econômicos. O acesso à energia elétrica permite à comunidade agregar valor ao que já é produzido, como na produção de polpa de cupuaçu ou pescado, onde o produto pode ser congelado, facilitando o armazenamento e o transporte para distâncias maiores. Assim, o retorno obtido é maior, e a renda para reinvestir também, ou ainda para investir em moradia, alimentação, saúde, educação, recreação.

Mais profunda é a mudança com a introdução de novos negócios, embora seja mais difícil. Esta pode acontecer em função do acesso à educação e à comunicação, membros da comunidade podem combinar conhecimentos locais com o que vem de fora e novas possibilidades podem ser exploradas, como o turismo, ou ainda novas formas de organização para as atividades que já eram realizadas, como as associações e cooperativas entre comunidades. É incrível pensar em como o acesso à energia elétrica pode mudar a vida das pessoas que vivem em comunidades marginalizadas da região amazônica. Essa mudança acontece principalmente se todo processo for pensado a partir da adequação dos pilares institucional e tecnológico à realidade vivida pelas pessoas que necessitam de acesso à energia.

6 Considerações Finais

A pobreza energética é um problema sério enfrentado no mundo, e não é diferente em nosso país. Apesar de estatísticas apresentarem que 98,73% dos brasileiros têm acesso à energia elétrica (COELHO; GOLDEMBERG, 2013), milhares de pessoas continuam sem luz elétrica, principalmente na região amazônica. Isso acontece em parte porque esta região não faz parte do Sistema Integrado Nacional, e existem muitas falhas ao implantar sistemas isolados de geração nas comunidades empobrecidas locais.

Ao fazer uma revisão sobre o processo de eletrificação na Amazônia foi possível perceber três eixos principais: o contexto institucional que rege este processo, as tecnologias disponíveis para o acesso à energia elétrica e as próprias características da região. O contexto institucional trata principalmente das leis, decretos, normas e projetos relacionados ao tema, bem como as agências reguladoras e principais atores envolvidos. As tecnologias disponíveis são apresentadas conforme o que é, e o que poderia ser utilizado pelas comunidades, sendo que esta situação é fortemente influenciada pelo contexto institucional e pelas características das comunidades. Por último, as características da eletrificação na região amazônica são expostas, trazendo ideias sobre novas formas de tratar este processo.

Uma destas novas formas é a quebra de paradigma proposta por Els, Vianna e Brasil Jr (2012), no qual o acesso à energia passa a ser tratado como o desenvolvimento local. A partir do esquema elaborado, é possível perceber que mudanças no contexto institucional poderiam modificar profundamente a utilização de novas tecnologias para a eletrificação, bem como as características das comunidades serviriam como base para a adaptação destas tecnologias. Por último foram apresentados os usos dados à energia elétrica na comunidade, sendo o terceiro e mais importante, o uso para fins produtivos, servindo quase como um ponto de transição entre o mero acesso à energia e o desenvolvimento local.

Deve ser ressaltado antes do fim desse trabalho que o desenvolvimento local envolve muitas outras variáveis além do acesso à energia elétrica para fins produtivos, como estruturas adequadas para escoamento da produção, financiamento das atividades, especificidade dos produtos desenvolvidos, entre outras. Porém, tal acesso já é um grande passo em direção ao desenvolvimento, também capaz de melhorar a qualidade de vida das pessoas na comunidade receptora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, C. S.; ROSA, L. P.; SILVA, N. F. Generation of electric energy in isolated rural communities in the Amazon Region: a proposal for the autonomy and sustainability of the local populations. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 1, 493-503, 2011.
- ANEEL. Atlas de energia elétrica do Brasil. 3ª ed. Brasília: ANEEL, 2008.
- ANEEL (1999). Decreto de 02 de dezembro de 1999. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bdec1999sn231.pdf>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2014.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2014.
- BAZILIAN, M.; NUSSBAUMER, P.; EIBS-SINGER, C.; BREW-HAMMOND, A.; MODI, V.; SOVACOO, B.; RAMANA, V.; AQRAWI, P. Improving acces to modern energy services: insights from case studies. **The Electricity Journal**, v. 25, n. 1, 93-114, 2012.
- COELHO, S. T.; GOLDEMBERG, J. Energy access: lessons learned in Brazil and perspectives for replication in other developing countries. *Energy Policy*, v. 61, 1088-1096, 2013.
- COELHO, S. T.; VELÁSQUEZ, S. M.; APOLINÁRIO, S. M.; LORA, B. A. Geração de eletricidade em comunidades isoladas da região amazônica utilizando sistemas nacionais de gaseificação de biomassa *in natura*. **V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**. De 31 de maio a 02 de junho, Brasília, Distrito Federal, 2006.
- ELS, R. H.; VIANNA, J. N.; BRASIL JR, A. C. The Brazilian experience of rural electrification in the Amazon with decentralized generation: the need to change the paradigm form electrification to development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 3, 1450-1461, 2012.
- GOLDEMBERG, J.; LA ROVERE, E. L.; COELHO, S. T. Expanding acces to electricity in Brazil. **Energy for Sustainable Development**, v. 8, n. 4, 86-94, 2004.
- GÓMEZ, M. F.; SILVEIRA, S. Rural electrification of the Brazilian Amazon: achievements and lessons. **Energy Policy**, v. 38, n. 10, 6251-6260, 2010.
- GÓMEZ, M. F.; SILVEIRA, S. The institutional dimension of rural electrification in the Brazilian Amazon. **World Renewable Energy Congress**, Linköping, Sweden, 2011.
- IBGE. **Mapa integrado dos zoneamentos ecológico-econômicos dos estados da Amazônia Legal**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/mapas_doc5.shtm>. Acesso em: 29 de janeiro de 2014.

IICA. **Universalização do acesso e uso da energia elétrica no meio rural brasileiro**: lições do Programa Luz para Todos. Brasil: IICA, 2011.

KAUNDINYA, D. P.; BALACHANDRA, P.; RAVINDRANATH, N. H. Grid-connected versus stand-alone energy systems for decentralized power: a review of literature. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 8, 2041-2050, 2009.

KAYGUSUZ, K. Energy services and energy poverty for sustainable rural development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 2, 936-947, 2011.

MATOS, F. B.; CAMACHO, J. R.; RODRIGUES, P.; GUIMARÃES JR. A research on the use of energy resources in the Amazon. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 6, 3196-3206.

MILLER, V. B.; RAMDE, E. W.; GRADOVILLE JR, R. T.; SCHAEFER, L. A. Hydrokinect power for energy access in rural Ghana. **Renewable Energy**, v. 36, n. 2, 671-675, 2011.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Decreto s/nº de 27 de dezembro de 1994**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/legislacao/decreto/1994/Decreto_de_27-12-1994.pdf>. Acesso em: 27 de janeiro de 2014.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Luz para Todos: 10 anos**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/10anosluzparatodos/resultados.html>>. Acesso em: 29 de janeiro de 2014.

PALIT, D. Solar energy programs for rural electrification: experiences and lessons from South Asia. *Energy for Sustainable Development*, v. 17, n. 3, 270-279, 2013.

PEREIRA, M. G.; FREITAS, M. A.; SILVA, N. F. Rural electrification and energy poverty: empirical evidences from Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 4, 1229-1240, 2010.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RÜTHER, R. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos: INPE, 2006.

PINHEIRO, G.; RENDEIRO, G.; PINHO, J.; MACEDO, E. Sustainable management model for rural electrification: case study based on biomass solid waste considering the Brazilian regulation policy. **Renewable Energy**, v. 37, n. 1, 379-386, 2012.

PRAHALAD, C. K. Bottom of the pyramid as a source of breakthrough innovations. **Journal of Product Innovation Management**, vol. 29, n. 1, 6-12, 2012.

RENDEIRO; NOGUEIRA. 2008.