



**XXII SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GCR/30
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO - VI

GRUPO DE ESTUDO DE COMERCIALIZAÇÃO, ECONOMIA E REGULAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - GCR

SISTEMA DE PRÉ-PAGAMENTO DE ELETRICIDADE: AS EXPERIÊNCIAS OBTIDAS EM VILAS ISOLADAS DA AMAZÔNIA

**Claudioiro Fábio de Oliveira Barbosa(*)
Marcos André Barros Galhardo**

**Edinaldo José da Silva Pereira
João Tavares Pinho**

Gedae/UFPA

RESUMO

No Brasil, o pré-pagamento de energia elétrica é uma modalidade de faturamento relativamente nova, com poucas aplicações desde 1995, sendo estas ainda limitadas a projetos pilotos em SP, RJ, AM e PA. Atualmente a Aneel e o governo federal têm procurado reverter este quadro através da promoção de visitas técnicas em locais de aplicação dos sistemas pré-pagos de energia, seminários e audiências públicas, visando desenvolvimento da regulamentação dessa modalidade. Neste contexto, objetivando contribuir com a discussão dessa temática, este trabalho avalia os efeitos da utilização do pré-pagamento de energia elétrica em duas vilas isoladas da Amazônia (São Tomé e Tamaruteua).

PALAVRAS-CHAVE

Faturamento de energia, Sistema de pré-pagamento de energia elétrica, Eletrificação rural.

1.0 - INTRODUÇÃO

A medição de energia elétrica, sua leitura e faturamento tiveram início há mais de 100 anos com o medidor baseado no efeito Ferraris (medidor eletromecânico), tendo atingido um estágio de desenvolvimento onde não há mais alterações significativas para alcançar. Na década de 1980 desenvolveram-se medidores eletrônicos, no entanto, ainda com baixa confiabilidade e alto preço. Atualmente, com o grande avanço da eletrônica aumentou-se a confiabilidade destes medidores e os preços foram reduzidos.

O emprego da eletrônica nos medidores possibilitou em muitos países a diversificação da modalidade de faturamento, consequentemente, uma melhor gestão do consumo e o uso eficiente da energia elétrica. Neste ambiente destaca-se o pré-pagamento de energia elétrica, onde há a compra de créditos de energia em kWh anterior ao consumo. Esta modalidade traz uma série de benefícios, como a redução dos custos operacionais das concessionárias, a eliminação da inadimplência, o gerenciamento mais eficiente do consumo de energia por parte do consumidor, a maior transparência em relação aos gastos diários por meio de informações via medidor; a flexibilidade na aquisição e no pagamento da energia, entre outros.

Exemplos de países com grande experiência na utilização dos sistemas de pré-pagamento de energia elétrica (SPPEE) são o Reino Unido e a África do Sul, os quais inicialmente foram aplicados aos usuários inadimplentes. Alguns países da América do Sul e da Ásia seguem esta justificativa para aplicação dos SPPEE. Salienta-se que a busca da redução nos custos operacionais das distribuidoras, também é um fator levado em consideração.

No Brasil, as concessionárias aguardam a regulamentação do SPPEE pela ANEEL, a qual desde o final de 2011 vem promovendo vários estudos e audiências públicas para tratar esta temática. Enquanto isto, a experiência brasileira na aplicação do pré-pagamento do serviço de eletricidade restringe-se a alguns projetos pilotos

compreendendo comunidades isoladas e também áreas urbanas, por questões de inclusão social e/ou o de combate à inadimplência e à fraude. Os projetos pilotos estão distribuídos nos Estados de São Paulo; Rio de Janeiro; Amazonas; e Pará.

Neste contexto, objetivando contribuir com a discussão dessa temática, o presente trabalho avalia os efeitos da utilização do pré-pagamento de energia elétrica em duas vilas isoladas da Amazônia. Para tanto, inicialmente é apresentada a definição e o histórico desta modalidade no Brasil. Em seguida são avaliados os SPPEE implantados em caráter experimental nas vilas de São Tomé e Tamaruteua (ambas no estado do Pará), dando-se ênfase a uma breve caracterização das comunidades e sistemas de geração; à descrição dos componentes dos sistemas pré-pagos; às vantagens e desvantagens decorrentes do emprego; e ao grau de aceitação da população local.

2.0 - DEFINIÇÃO

O pré-pagamento de energia elétrica é uma modalidade de faturamento que admite a compra de quantidades pré-determinadas de energia de forma antecipada ao seu consumo, isto é, o consumidor compra créditos de energia (kWh) em pontos específicos de venda, para em seguida serem inseridos nos medidores (por exemplo, por meio de códigos alfanuméricos, cartões tipo *smart cards* ou indutivos (1)) e posteriormente utilizados. Tal modalidade é semelhante à praticada pelos serviços de telefonia móvel pré-paga e serviços públicos de telefonia fixa.

3.0 - HISTÓRICO DO PRÉ-PAGAMENTO DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

No Brasil, são poucos os registros sobre pré-pagamento de energia elétrica. Todavia, o seu emprego remonta meados da década de 1990, através da utilização de medidores e gerenciadores eletrônicos de energia, tendo a inserção dos créditos em kWh através de *smart cards* ou códigos alfanuméricos (senhas). Desde então, a disseminação desta modalidade de faturamento tem enfrentado muitas dificuldades no país, principalmente por falta de regras e regulamentações próprias.

De acordo com (2), a primeira iniciativa da aplicação do conceito de pré-pagamento de energia aconteceu em 1995, através da implantação do sistema *CashPower* pela concessionária AES Eletropaulo. No bairro Belém, município de São Paulo, estado de São Paulo, por exemplo, o consumidor liga para o *call center* dessa concessionária e solicita a quantidade de kWh desejado, recebendo um código (senha correspondente à quantidade solicitada de energia), o qual é inserido no medidor. Nesse sistema o consumidor está ciente de que será cobrado pelo valor correspondente à compra, sendo a fatura (boleto bancário) enviada posteriormente pelo correio.

No ano de 2003, em caráter experimental, o Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (Gedae) da Universidade Federal do Pará (UFPA), com apoio da Agência Estadual de Regulação e Controle de Serviços Públicos (Arcon), Prefeitura Municipal de Maracanã e o Grupo Rede/Celpa (concessionária local até então), implantou um sistema 100% nacional de pré-pagamento de energia na vila de São Tomé, município de Maracanã, estado do Pará, para atender 65 unidades consumidoras (3). Tal sistema é tratado em detalhes na seção 4.

Em 2006, com a autorização da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), a Ampla Energia e Serviços S. A. iniciou os testes com o serviço pré-pago de energia com 500 unidades consumidoras distribuídas nos municípios de São Gonçalo, Caxias, Magé, Niterói, Itaboraí e Maricá, estado do Rio de Janeiro (4). No ano seguinte, devido principalmente aos bons resultados alcançados na vila de São Tomé, o Gedae/UFPA e com apoio do Grupo Rede/Celpa instalaram um sistema de pré-pagamento de energia na vila de Tamaruteua, município de Marapanim, estado do Pará, com o propósito de atender 60 unidades consumidoras. Este sistema, diferente do de São Tomé, teve seus equipamentos importados. Tal sistema é também tratado em detalhes na seção 4.

A partir de 2011, 12 comunidades distribuídas nos municípios de Novo Airão, Autazes, Barcelos, Beruri, Eirunepé e Maués, estado do Amazonas e pertencentes à área de concessão da Eletrobras Amazonas Energia passaram a contar com um sistema piloto de faturamento pré-pago. Tal sistema tem autorização da Aneel e faz parte do projeto “12 Mini-usinas Fotovoltaicas com Minirredes e Sistema de Faturamento com Pré-pagamento” desenvolvido pela Eletrobras Amazonas Energia, por meio do programa Luz Para Todos (LPT) do governo federal (5) e (6). No final do ano 2011, a Aneel também autorizou a Celpa a utilizar o sistema de faturamento pré-pago em 11 comunidades isoladas no município de Porto de Moz, estado do Pará, com atendimento por mini-usinas fotovoltaicas. Cabe salientar que as áreas técnicas da Aneel recomendaram a autorização desses sistemas pré-pagos por entenderem que essa ação poderá contribuir para o aperfeiçoamento da regulamentação sobre o fornecimento de energia elétrica em comunidades isoladas. Atualmente, a Aneel e o governo federal estão realizando estudos (visitas técnicas e seminários nacionais e internacionais) e audiência públicas a fim de discutir a aplicação do pré-pagamento da energia elétrica no mercado brasileiro e obter subsídios para a regulamentação deste sistema no país.

4.0 - SISTEMAS DE PRÉ-PAGAMENTO DE ENERGIA NA AMAZÔNIA: SÃO TOMÉ E TAMARUTEUA

4.1 Aplicação em Sistemas Isolados da Amazônia: Motivação

A cobrança de taxas fixas mensais foi, durante bom tempo, a modalidade de faturamento mais praticada nos sistemas isolados da Amazônia. Nos sistemas de eletrificação individuais, a cobrança de taxas fixas apresenta bons resultados, devido ao fato de existir um único usuário da energia gerada e ele ter, assim, um maior comprometimento com o sistema de geração. Nos sistemas de eletrificação multiusuários, como os sistemas híbridos, diesel-elétricos e fotovoltaicos com minirredes de distribuição, a única vantagem da cobrança de taxas fixas é o baixo custo e a simplicidade operacional, pois não são envolvidos equipamentos e demais acessórios de medição, podendo a cobrança ser realizada por um membro da própria comunidade, de maneira simples e rápida. Entretanto, de acordo com (7) as desvantagens são mais críticas. Por exemplo, a cobrança de taxas fixas permite que os consumidores utilizem quanta energia acharem conveniente, e normalmente de forma nada eficiente e racional, mesmo que diferentes classes de taxas sejam cobradas, com base na quantidade de carga instalada dos consumidores. Tais comportamentos originam situações de aumento de demanda, dos custos operacionais e de desperdícios que podem levar o sistema ao colapso, além de animosidades entre os consumidores.

Uma alternativa para reverter as situações supracitadas é a adoção da modalidade de faturamento convencional (ou medição convencional) o qual é amplamente utilizado em todo o território nacional pelas concessionárias de energia elétrica. Seus equipamentos de medição já são produzidos em larga escala, o que garante a confiabilidade, o custo baixo e a reposição quase que imediata quando necessária. A principal vantagem da implantação da medição convencional frente à cobrança de taxas fixas é o faturamento real do consumo de cada consumidor, o que limita o alto consumo da energia. Ademais, se o consumo excessivo for ainda verificado, o mesmo resultará em maior receita ao sistema, o que poderá cobrir, pelo menos em parte, a elevação dos custos operacionais do sistema de eletrificação. A grande desvantagem do faturamento convencional, a qual é ampliada nos sistemas de eletrificação isolados, são seus elevados custos operacionais, já que há a necessidade de mão-de-obra especializada para a realização de alguns procedimentos, dentre eles a leitura periódica do consumo, emissão e entrega de faturas, recolhimento de pagamentos, realização de corte, religação, entre outros. Cabe salientar que os custos operacionais fazem parte da composição do preço da energia.

Partindo dessas premissas, o pré-pagamento pelo serviço de energia elétrica surge como a alternativa mais apropriada para Região, especialmente para as comunidades isoladas, pois agrega as principais vantagens do sistema de medição convencional à maior simplicidade operacional do sistema de cobrança de taxas fixas. O sistema de compra antecipada, de certa forma, já é utilizado pelas populações que formam essas comunidades, uma vez que a aquisição de seus energéticos, tais como pilhas, velas de cera, querosene, recarga de baterias, óleo diesel e outros, dá-se com o pagamento antecipado. Ademais, o sistema de pré-pagamento de energia combate de forma mais direta o consumo excessivo, pois facilita a administração por parte do consumidor, característica importantíssima para um sistema de eletrificação isolado com suprimento por fontes renováveis de energia (vento e sol, por exemplo) que necessita de condições climáticas favoráveis para geração, como são os sistemas implantados na vila de São Tomé e Tamaruteua. A administração do consumo é realizada com a compra de quantidades determinadas de energia elétrica, o que proporciona ao consumidor praticidade (o consumidor pode adquirir a quantidade de energia elétrica suficiente para o seu bem estar, controlando seus gastos e evitando o desperdício) e comodidade (caso o consumidor necessite de mais energia elétrica, basta ele adquirir novos créditos) (3).

4.2 Breve Caracterização das Comunidades e dos Sistemas de Eletrificação (7) e (8)

4.2.1 Localização

A vila de São Tomé situa-se ao norte do município de Maracanã, estado do Pará, às margens da baía de Maracanã, próximo ao oceano Atlântico, registrando as coordenadas geográficas de 0° 44' 24" S e 47° 28' 59" W. O acesso à vila pode ser feito por completo pela malha rodoviária, ou parte do percurso pela malha rodoviária até a sede municipal, e deste local por via fluvial, utilizando barcos de pequeno porte, os quais fazem o percurso em 20 minutos, em média. Por sua vez, a comunidade de Tamaruteua situa-se no litoral do município de Marapanim, estado do Pará, na embocadura do Rio Cajutuba, próximo ao oceano Atlântico, tendo como coordenadas geográficas 0° 34' 57" S e 47° 45' 28" W. O acesso à vila somente se dá por via fluvial através de barcos de pequeno porte a partir da localidade de Vista Alegre, que é acessada pela malha rodoviária a partir de Belém. O tempo de duração da viagem fluvial é de aproximadamente uma hora.

4.2.2 Perfil Socioeconômico

A população residente na vila de São Tomé é superior a 230 habitantes, distribuídos em cerca de 44 famílias. A vila é constituída em grande parte por edificações rústicas de enchimento, o que é muito comum em vilas rurais, onde se encontram, na sua maior parte, construções prediais de madeira ou barro. As edificações estão dispostas em uma configuração irregular, não existindo casas numeradas ou denominações de ruas. A economia baseia-se no

extrativismo dos recursos naturais locais, destacando-se as atividades de pesca e captura de caranguejo para consumo próprio e comercialização do excedente no município, e atividade agrícola, somente de subsistência, onde se destaca o cultivo de mandioca para a produção de farinha. Na vila de Tamaruteua a população residente é superior a 200 habitantes, distribuídos em cerca de 51 famílias. A tipologia habitacional apresenta também padrão rústico e pouca diversidade, predominando as construções mistas madeira/alvenaria e cobertura de telha de fibrocimento. Não há um sistema de endereços (casas numeradas, denominações de ruas, etc.). A atividade econômica da comunidade é a pesca. Quase a totalidade da produção dessa atividade é vendida para atravessadores, devido à inexistência de uma organização para seu beneficiamento e comercialização.

4.2.3 Dados de Carga: Tipo e Curva

Nas localidades de São Tomé e Tamaruteua a demanda de eletricidade é predominantemente das edificações residenciais. Dentre as cargas tipicamente residenciais, os eletrodomésticos correspondem ao maior percentual de carga instalada com índice superior a 70%. As curvas de carga das localidades são bem semelhantes entre si, com a demanda máxima sempre ocorrendo nas primeiras horas do anoitecer (entre 18 e 21 h), decorrente das entradas de cargas comumente usadas nesse período (lâmpadas e televisores, por exemplo), enquanto que as menores demandas ocorrem no período da manhã, através da utilização de cargas eventuais, como ferro de passar, aparelho de som, etc., ver Figura 1.

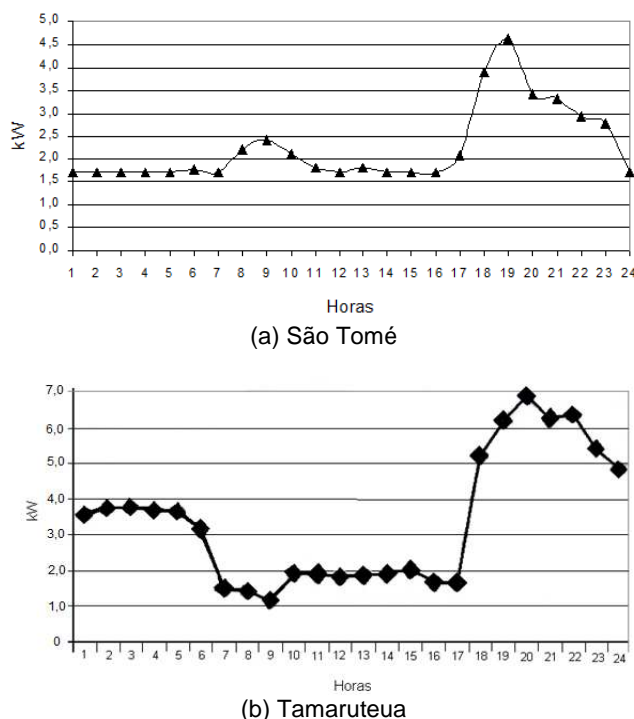


Figura 1 – Curva de Carga Típica das Vilas.

4.2.4 Sistemas Híbridos de Energia

No ano 2003 iniciou-se o funcionamento do sistema alternativo de geração de energia elétrica da vila de São Tomé, sendo do tipo híbrido fotovoltaico-eólico-diesel, isolado e autônomo, com o armazenamento da energia elétrica produzida pelas fontes renováveis feito pela associação de baterias (banco) e nos momentos de indisponibilidade ou insuficiência da geração por meio de fontes renováveis o atendimento da demanda era suprido por um grupo gerador a diesel. A finalidade do sistema híbrido era atender aproximadamente 65 edificações da vila (residências, escola e pequenos comércios, iluminação pública, etc.). A distribuição da energia e o faturamento eram respectivamente realizados por uma minirrede trifásica e por um sistema de pré-pagamento.

O sistema fotovoltaico-eólico-diesel da vila de Tamaruteua, isolado e autônomo, com o armazenamento da energia elétrica gerada feito em um banco de baterias e o complemento da geração com um grupo gerador a diesel, teve sua instalação no ano 1999. A geração proveniente do sistema é distribuída por uma minirrede trifásica de energia, a qual abastece cerca de 60 edificações (residências, escola, comércios, igrejas, prédios de uso diverso) da vila, bem como a iluminação pública. O faturamento da energia até meados de 2006 era feito pela cobrança de uma taxa fixa a todos os usuários independentemente da quantidade da carga instalada na edificação. De 2005 a 2007, o sistema passou por um processo de revitalização e expansão, além da adoção do pré-pagamento da energia elétrica.

A Tabela 1 apresenta os principais dados dos sistemas de eletrificação das vilas.

Tabela 1 – Principais Dados dos Sistemas de Eletrificação.

Dados	São Tomé	Tamaruteua
Nº. módulos fotovoltaicos	40 (80 Wp cada)	32 (120 Wp cada)
Nº. aerogerador	1 (7,5 kW)	2 (7,5 kW cada)
Nº. baterias	40 (12 Vc.c./150 Ah cada)	64 (12 Vc.c./185 Ah cada)
Inversor	15 kW 3 ϕ (120 Vc.c.-127/220 Vc.a.)	18 kW 3 ϕ (48 Vc.c.-127/220 Vc.a.)
Nº. controlador de carga	Não há	2 (48 Vc.c./40 A)
Grupo gerador a diesel	20 kVA 3 ϕ (127/220 Vc.a.)	40 kVA 3 ϕ (127/220 Vc.a.)
Distribuição	Minirrede 3 ϕ 127/220 Vc.a	Minirrede 3 ϕ 127/220 Vc.a.
Nº. unidades consumidoras	65	60
Padrão de atendimento	Monofásico 127 Vc.a.	Monofásico 127 Vc.a.
Medição	Medidor eletrônico nacional	Medidor eletrônico importado
Faturamento	Pré-pagamento	Pré-pagamento

No ano de 2007, o sistema de eletrificação da vila de São Tomé como um todo foi desmobilizado, devido à extensão da rede elétrica convencional, realizada pela concessionária local dentro do programa Luz para Todos do governo federal.

No final do ano 2008, devido à queima de uma placa de controle da unidade de inversão/retificação, o sistema híbrido de Tamaruteua teve seu funcionamento comprometido, passando a operar apenas com o grupo gerador a diesel. Em 2012, por falta de captação de recurso para a devida manutenção dos equipamentos, a parte renovável do sistema híbrido foi desmobilizada.

4.3. Descrição dos SPPEE

Os SPPEE das vilas assemelham-se por utilizar a tecnologia dos cartões *smart card* para transferência de créditos de energia. O SPPEE de São Tomé é constituído basicamente por três componentes: Central de Processamento, Ponto de Venda e Unidade Consumidora, ver Figura 2 – (a). Já o de Tamaruteua é constituído por apenas dois componentes: Ponto de Venda/Central e Unidade Consumidora, ver Figura 2 – (b).

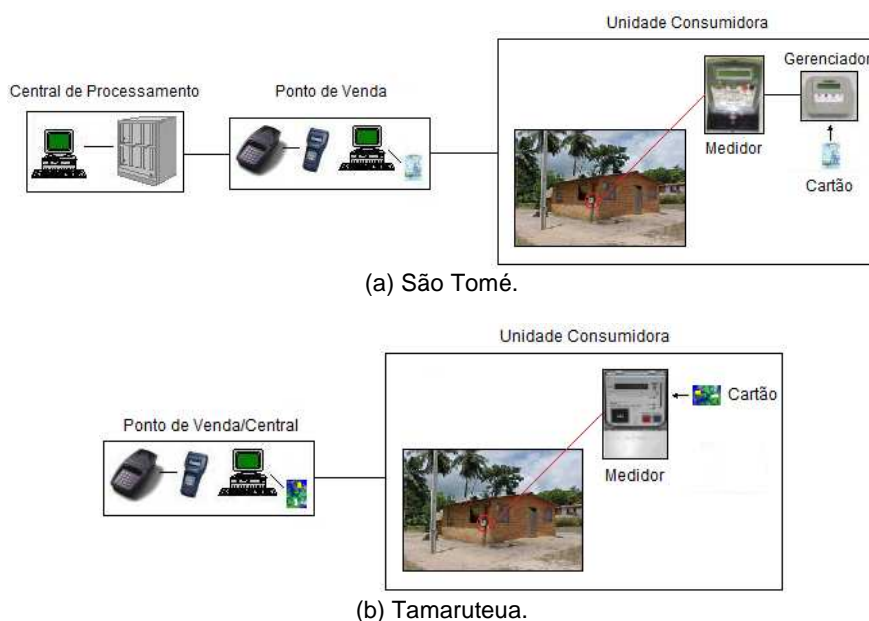


Figura 2 – Esquema dos SPPEE.

A Central de Processamento é responsável por armazenar os dados referentes a cada unidade consumidora e administrar os pontos de venda, a geração de crédito e os registros de venda. Esta central somente se faz presente no SPPE de São Tomé, encontrando-se instalada no Gedae/UFGA. No Ponto de Venda são realizados os processos de carga de créditos no cartão *smart card* e a venda dos mesmos. Logo, é ideal que o mesmo esteja localizado na área de abrangência do sistema de eletrificação que utiliza o sistema de pré-pagamento. Porém, devido principalmente à falta de conhecimento técnico e de infraestrutura nas vilas, optou-se pela instalação dos pontos de vendas dos sistemas também no Gedae/UFGA. O Gedae/UFGA, neste caso, periodicamente entrega novos cartões carregados aos operadores dos sistemas de eletrificação para a comercialização local. Estes por sua vez devolvem os cartões já utilizados para recarga. Por fim, a Unidade de Consumidora é constituída pelo medidor

eletrônico e o gerenciador de energia, que juntos permitem o acompanhamento do consumo por parte do usuário e a transferência de créditos através dos cartões.

Em São Tomé o medidor eletrônico é o SMT 1510 da Diebold/Procomp (ver Figura 3 – (a)), o qual foi desenvolvido com tecnologia nacional, aliando robustez, facilidade de instalação, simplicidade de operação e características funcionais adequadas a atender às especificações das normas relativas aos medidores de energia elétrica. Trabalhando em conjunto com esse medidor há o gerenciador de energia SMT 4000 (ver Figura 3 – (b)), que pode ser instalado em lugares de fácil acesso dentro da unidade consumidora. É através deste equipamento que se dá a transferência de créditos de energia (kWh), bem como o acompanhamento do consumo de energia através de informações em seu visor (saldo de créditos, a autonomia dos créditos e a potência da carga em uso). A unidade gerenciadora ainda é dotada de sinais sonoros (*buzzer*) e visuais (*led*), além de mensagens de advertência em seu visor, que informam ao usuário da necessidade de reposição de créditos para o consumo de energia. Na vila de Tamaruteua o medidor eletrônico é o 01B/PPM da Genus (ver Figura 3 – (c)), fabricante indiana, o qual foi configurado e personalizado (sinais sonoros e visuais de alerta, créditos de emergências, tensão, corrente e frequência nominais) especificamente para o sistema de eletrificação de Tamaruteua. Além da medição, o próprio medidor incorpora o leitor de cartão para a transferência dos créditos de energia e a unidade de gerenciamento. Um display na parte frontal desse medidor/gerenciador apresenta a qualquer tempo as informações essenciais ao consumidor como, por exemplo, a quantidade de kWh disponível. Em ambos os SPPEE, o cartão *smart card* (ver Figura 4) é o agente portador dos dados para crédito (valor e criptograma). O valor do crédito de cada cartão encontra-se sob a forma de energia elétrica (kWh), o qual, para a vila de São Tomé e vila de Tamaruteua, foi padronizado em 30 kWh, com o custo de R\$ 12,00 e R\$ 15,00; respectivamente. Estes valores correspondiam há um pouco mais da metade dos custos médios de energéticos outrora utilizados na localidade.

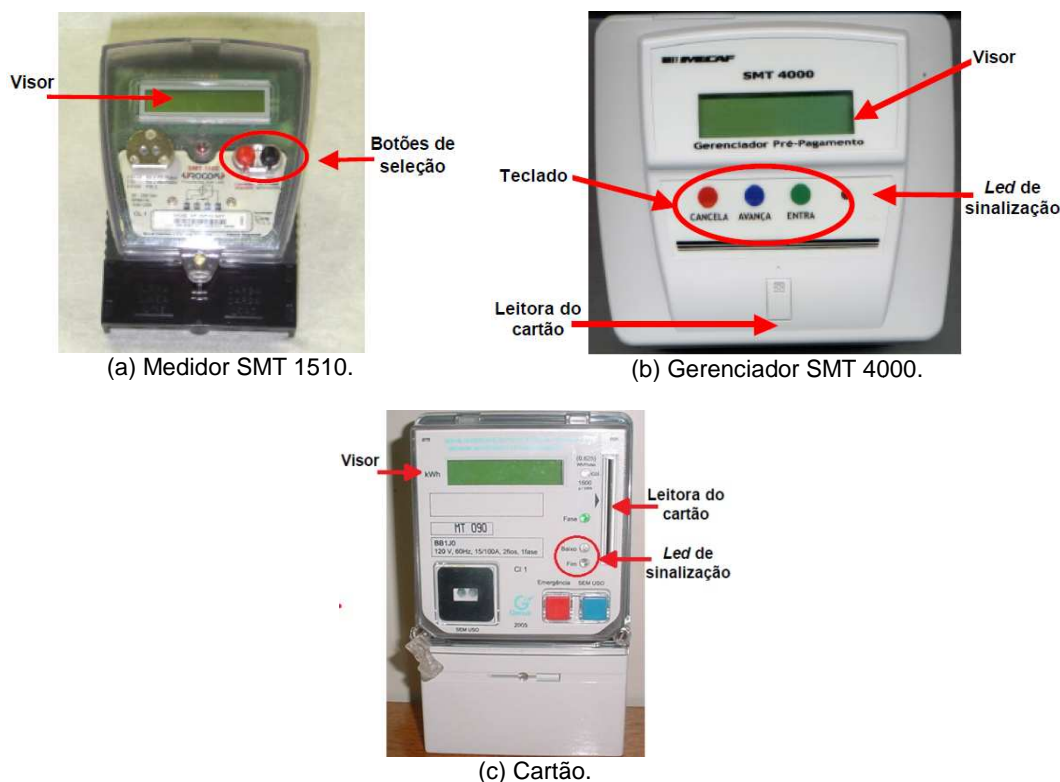


Figura 3 – Equipamentos de medição e gerenciamento dos SPPEE.

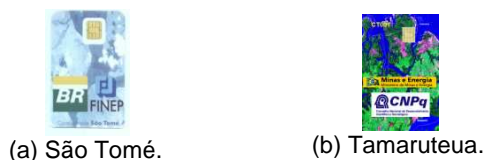


Figura 4 – Cartões.

4.3. Funcionamento dos SPPEE

A operacionalização do serviço de eletricidade pré-paga nas comunidades de São Tomé e Tamaruteua deu-se inicialmente com a distribuição de um cartão *smart card* de 30 kWh a cada unidade consumidora sem qualquer

ônus. O procedimento de transferência desses créditos foi realizado por pessoas qualificadas que aproveitaram o momento para prestar as devidas orientações aos consumidores quanto à inserção dos créditos e manuseio dos medidores/gerenciadores de energia. Cartilhas e folhetos informativos sobre os principais aspectos dos SPPEE e sobre como realizar o correto procedimento de carga e acompanhamento do consumo também foram distribuídos. O funcionamento dos SPPEE nas vilas resume-se então no carregamento inicial do medidor via *smart card*. Quando a quantidade de kWh restante para uma determinada unidade consumidora chega a um valor pré-determinado, por exemplo 5 kWh, o medidor ou gerenciador exibe uma mensagem de energia baixa. A unidade consumidora continua sendo alimentada nessa condição, até o momento em que o nível de energia decresce para um outro valor também pré-estabelecido, por exemplo 1 kWh, quando então um segundo aviso luminoso indica ao consumidor a urgência em recarregar os créditos de energia. Se o medidor não for recarregado, findando os créditos de energia restantes, o fornecimento de energia é interrompido automaticamente. Ao consumidor resta a opção de usar a função de emergência do medidor, o qual libera um valor pré-estabelecido de kWh, por exemplo 1 kWh, para posterior abatimento na recarga seguinte. Essa providência impede que o consumidor seja privado do fornecimento de energia em momentos inadequados.

No geral, os moradores locais das vilas não tiveram dificuldades em compreender o funcionamento descrito anteriormente, bem como em manusear os componentes da unidade consumidora. Observou-se, no entanto, que o gerenciador instalado no interior das residências, caso de São Tomé, é mais apropriado para o acompanhamento e administração do consumo da energia, devido principalmente a sua acessibilidade e visibilidade. Em Tamaruteua, alguns consumidores apontaram com uma possível dificuldade para a administração do consumo o fato do medidor/gerenciador estar instalado na área externa das residências.

Com relação à aceitação dos SPPEE, por ser uma nova forma de comercialização do serviço de eletricidade, no início verificou-se a curiosidade e também uma certa desconfiança por parte dos moradores. Porém, depois de algum tempo, os consumidores observaram que a funcionalidade do sistema de pré-pagamento era similar ao meio utilizado para aquisição dos seus energéticos (pilhas, óleo diesel, recarga de baterias, etc.) e permitia, além da administração do consumo com a compra de quantidades determinadas de energia elétrica, o acompanhamento do mesmo através de informações dispostas nos visores e alertas sonoros e visuais.

Segundo (3), a partir do segundo mês de funcionamento do SPPEE de São Tomé observou-se que uma parte dos medidores eletrônicos apresentou problemas técnicos, tais como excesso de créditos negativos (os valores muito elevados de créditos negativos impossibilitavam a reposição dos créditos pela transferência daqueles presentes nos cartões); excesso de créditos positivos (nesta situação, o usuário não precisaria adquirir novos créditos por um elevado tempo); falha na comunicação com o gerenciador (a consulta de informações pelo usuário e a transferência de novos créditos eram impossibilitados).

Todos os problemas técnicos supracitados foram de certa forma aceitáveis no período inicial de utilização, uma vez que os equipamentos que compõem citado SPPEE eram protótipos. Com o intuito de mitigar tais problemas, coletaram-se algumas informações de campo referentes ao funcionamento do sistema híbrido e dos medidores e gerenciadores de energia, e enviaram-se os equipamentos com defeito ao fabricante para a manutenção. Após a realização das manutenções devidas, esses equipamentos foram reinstalados na comunidade de São Tomé, e os demais passaram por uma atualização de *software*. Porém, com o passar do tempo todos os medidores novamente começaram a apresentar os mesmos problemas. Para evitar o grande desconforto aos consumidores provocado com essa situação, todos os medidores e gerenciadores foram desinstalados no ano de 2005 das unidades consumidoras, o que infelizmente levou a completa desativação sistema de pré-pagamento de energia nesta vila.

Em Tamaruteua o quadro apontado anteriormente não se manifestou de forma tão acentuada, devido aos medidores/gerenciadores pré-pagos de energia instalados terem uma tecnologia já bastante madura dada a grande experiências nessa área do fabricante em seu país de origem. Atualmente, dos 100 medidores adquiridos apenas 20 unidades apresentaram problemas referente ao módulo leitor do cartão *smart card*.

As Tabelas 2 e 3 apresentam, respectivamente, as principais desvantagens e vantagens do uso dos SPPEE nas vilas de São Tomé e Tamaruteua.

Tabela 2 – Principais Desvantagens.

Consumidores	Sistemas de Eletrificação
- Necessidade de melhoria na confiabilidade dos SPPEE.	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado investimento inicial. - Maior frequência de reposição de equipamentos em comparação ao sistema de faturamento convencional - Necessidade do melhoramento da infraestrutura para instalação de pontos de venda locais. - Elevado custo de manutenção.

Tabela 3 – Principais Vantagens.

Consumidores	Sistemas de Eletrificação
<ul style="list-style-type: none"> - Administração do consumo da energia elétrica, determinando a quantidade gasta e o momento da compra. - Possibilidade da compra de quantidades de energia tantas vezes quantas julgar necessárias. - Possibilidade de estocagem de créditos de energia. - Adequação à flutuação da renda da população local. - Eliminação de multas e taxas, por atraso de pagamento, religamento, etc. - Maior transparência e redução significativa das reclamações. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do consumo, com o estímulo ao uso racional da energia. - Existência de um fundo antecipado, com a venda dos cartões antes da entrega do serviço. - Corte automático do fornecimento de energia elétrica promovido pelo próprio medidor, após o término dos créditos inseridos anteriormente e dos de emergência. - Redução dos custos operacionais, evitando despesas com leitura de medidores, emissão e entrega de contas e reavisos, taxas de cobrança, etc. - Eliminação da inadimplência.

5.0 - CONCLUSÃO

O emprego dos SPPEE nas vilas isoladas da Amazônia abre um novo horizonte para os investidores, uma vez que os altos custos com a inadimplência, o corte, o religamento, a emissão e o envio de fatura são amenizados. Os consumidores também têm ganhos orçamentários reais que reduzem a necessidade de fraude e inadimplência, pois há o controle efetivo sobre a sua demanda e o uso eficiente da energia. Destaca-se que após a implementação dos SPPEE, é crucial o acompanhamento da evolução da operação e funcionamento dos equipamentos que os compõem e a realização da pesquisa de satisfação do consumidor.

A experiência com os dois sistemas descritos neste trabalho e implantados em vilas isoladas na Amazônia, mostrou uma boa aceitação e utilização pelos moradores do sistema de pré-pagamento. Mesmo para o caso de São Tomé, na qual o sistema foi desativado após dois anos de operação, devido às frequentes falhas apresentadas no funcionamento dos medidores eletrônicos, os moradores requeriam a continuidade do sistema de tarifação pré-pago.

Por fim, com as experiências expostas neste trabalho, pretende-se contribuir na discussão sobre o pré-pagamento do serviço de energia elétrica no Brasil e, principalmente em áreas isoladas na Amazônia, dadas as características próprias dessa região, pequenas vilas dispersas, baixa renda, infraestrutura precária, locais remotos e situados muitas vezes em emaranhados de rios, difícil acesso, precária logística de deslocamento e transporte, entre outros.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Canaes, J. E. Sistema Alternativo de Pagamento de Energia Elétrica – “Uma Opção Nacional de Baixo Custo”. Dissertação de Mestrado. PIPGE/USP. São Paulo, 2006.

(2) Bragatto, M. Tarifa Social/Pré-pagamento - Projeto de Lei do Senado nº 365/2009. Senado Federal – Audiência Pública – 30ª Reunião Conjunta Comissões Permanentes. Disponível em: http://www.senado.gov.br/comissoes/cae/ap/AP20121031_Marcos_Bragatto.pdf. Acesso em 20/03/2013.

(3) Barbosa, C. F. O., Pinho, J. T., Galhardo, M. A. B., Cruz, D. P., Araújo, R. G. Implantation and Operation of the First Electricity Pre-Payment System in Brazil, Installed in an Isolated Community in the Amazon Region. IEEE/PES T&D 2004 LATIN AMERICA, São Paulo, SP, Brasil, 2004.

(4) Agência do Estado. Ampla e Light Instalam Medidor Digital Enquanto Aguardam Lei. Disponível em: <http://www.redeinteligente.com/2010/01/19/ampla-e-light-instalam-medidor-digital-enquanto-aguardam-lei>. Acesso em 20/03/2013.

(5) Assessoria de imprensa. Comunidade de Sobrado em Novo Airão é a Primeira a Contar com Energia Pré-paga no Brasil. Eletrobras Amazonas Energia. Disponível em: <http://www.amazonasenergia.gov.br/cms/comunidade-de-sobrado-em-novo-airao-e-a-primeira-a-contar-com-energia-pre-paga-no-brasil>. Acesso em 20/03/2013.

(6) Porta Amazônia. Luz Pré-paga: Amazonas tem Opção do Sistema Disponível pela Aneel. Disponível em: <http://www.portalamazonia.com.br/editoria/atualidades/luz-pre-paga-amazonas-tem-opcao-do-sistema-disponivel-pela-aneel>. Acesso em 19/04/2013.

(7) Pinho, J. T., Barbosa, C. F. O., Pereira, E. J. S., Souza, H. M. S., Blasques, L. C. M., Galhardo, M. A. B., Macêdo, W. N. Sistemas Híbridos – Soluções Energéticas para a Amazônia, MME, Brasil, 2008.

(8) Barbosa, C. F. O., Pinho, J. T. Experiência com a Geração de Energia Elétrica Utilizando Sistemas Híbridos em Vilas isoladas na Amazônia. XIX SNPTTE, 2007.

DADOS BIOGRÁFICOS



Claudomiro Fábio de Oliveira Barbosa - Nascido em Macapá, AP em 08 de fevereiro de 1980. Mestrado (2006) e Graduação (2004) em Engenharia Elétrica: UFPA. Professor Assistente da FEE/CAMTUC/UFPA e Pesquisador do GEDAE/UFPA, desde 2002.



Edinaldo José da Silva Pereira - Nascido em Belém, PA em 18 de março de 1963. Mestrado (2001) e Graduação (1985) em Engenharia Elétrica: UFPA. Professor Adjunto da FEE/ITEC/UFPA e Vice Coordenador do GEDAE/UFPA, desde 2000.



Marcos André Barros Galhardo - Nascido em Belém, PA em 07 de setembro de 1976. Doutorado (2006), Mestrado (2002) e Graduação (1999) em Engenharia Elétrica: UFPA. Professor Adjunto da FEE/ITEC/UFPA e Pesquisador do GEDAE/UFPA, desde 1997.



João Tavares Pinho - Nascido em Belém, PA em 22 de agosto de 1955. Doutorado (1990) em engenharia elétrica: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (Alemanha), Mestrado (1984) em engenharia elétrica: PUC-RJ, e Graduação (1977) em Engenharia Elétrica: UFPA. Professor Titular do FEE/ITEC/UFPA e Coordenador do GEDAE/UFPA, desde 1994.