

ANÁLISE DE CUSTO DE ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA UMA RESIDÊNCIA COM FOCO NOS SISTEMAS ELÉTRICOS E HIDRÁULICOS

Mariana Rebouças Duarte de Araújo¹, Daniela da Costa Leite Coelho²

¹ Graduanda do Curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia, UFRSA, Mossoró - Rio Grande do Norte, Fone (84) 987551539. E-mail: marianarda14@gmail.com. Autor(a) apresentador(a) correspondente *.

² Doutora em Manejo de Solo e Água, Professora Adjunta, UFRSA, Mossoró - Rio Grande do Norte, Fone (84) 98830-9726. E-mail: daniela.coelho@ufersa.edu.br.

Resumo: Devido a construção civil ser um dos setores que mais consomem e degradam o meio em que vivemos, essa área vem sendo estudada e debatida ao longo dos anos, visando a harmonia ecológica. A adoção de medidas sustentáveis nesse ramo tem sido difundida cada vez mais na sociedade, ganhando atenção ao consumo energético e hidráulico, devido ao seu grau de relevância com o planeta. Dito isso, o presente trabalho pretendeu servir de contribuição e um incentivo às práticas de conservação de energia e água, além de ser uma contribuição para a aplicação dos princípios da sustentabilidade na adaptação e construção de uma residência. No Brasil, existem diversas alternativas de equipamentos e sistemas, objetivando tanto a eficiência energética, como a hidráulica, no âmbito residencial. Embora o custo ainda seja inacessível para a realidade de muitos brasileiros, o crescimento desse mercado tem impulsionado para uma redução de preços. No setor residencial já é possível perceber mudanças significativas que pretendem atender aos preceitos ecológicos, como é o caso da mudança de lâmpadas convencionais para as de LED, a substituição de chuveiros elétricos para sistemas de aquecimento solar, principalmente em cidades e regiões nas quais seu uso é importante devido à baixas temperaturas, a instalação de placas solares, a troca de equipamento hidráulicos que visam a redução do consumo, a introdução de sistemas de aproveitamento de água, entre outros.

Palavras-chave: Construção civil; sustentabilidade; eficiência energética; eficiência hidráulica.

1. INTRODUÇÃO

A história das civilizações mostra que a construção civil sempre esteve presente na vida do homem atendendo suas necessidades básicas, a priori sem preocupação de construir utilizando técnicas aprimoradas. Contudo, é da natureza dos indivíduos possuir a capacidade de evolução e, junto a isso, de desenvolver métodos de produção e transformação constante, através de aprimoramentos e estudo contínuo dos resultados. Dito isso, devido a organização das cidades, passa a existir a necessidade de qualificar essas técnicas a fim de construir edifícios voltados para sustentabilidade, surgindo uma construção com responsabilidade social (CORRÊA, 2009) [1].

A questão do desenvolvimento sustentável começou a despertar na segunda metade do século XX, quando o homem constatou a progressiva degradação infligida pelas suas políticas de desenvolvimento ao meio ambiente (MATEUS, 2004) [2]. Segundo o mesmo autor, constatou-se que o consumo de recursos naturais, por um lado, cresce exponencialmente tendo em vista uma sociedade cada vez mais numerosa, mais tecnologicamente desenvolvida e com padrões de conforto mais exigentes, por outro, percebe-se um comportamento inverso quando se trata dos recursos disponíveis na natureza.

A definição do “desenvolvimento sustentável” tem sido debatida demasiadamente e sofrido alterações ao longo do tempo. Este termo foi enfatizado no Relatório Brundtland (World Commission on Environment and Development, 1987), sendo definido como “desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1999) [3].

Apesar desta definição não ser precisa, possui um valor extremamente positivo e simples, no qual propõe a busca de um equilíbrio entre as camadas de desenvolvimento e as limitações existentes de recursos naturais de modo a que, ocorresse um desenvolvimento atrelado à preservação do ambiente natural e às gerações futuras. Este Relatório consolidou a ideia de que para haver uma correção no modelo de desenvolvimento econômico, seria necessário um esforço comum e planetário (MATEUS, 2004) [2].

Em 2002, de acordo com a Declaração Política da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em Johannesburg, o Desenvolvimento Sustentável é construído sobre “três pilares interdependentes e mutuamente sustentadores: desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental” (GOMES, 2016) [4].

Segundo Matheus (2004) [2], a correlação da indústria da construção com os três pilares da sustentabilidade é de suma importância, pois além deste setor possuir uma considerável participação no Produto Interno Bruto (PIB) – dimensão econômica – e de ser responsável pela geração em massa de postos de trabalho – dimensão social –, faz o uso de recursos naturais e a sua atividade está profundamente vinculada com o meio ambiente – dimensão ambiental –, na medida em que modifica o ambiente natural através das suas intervenções – redes viárias, barragens, edifícios, etc.

Um fato que pode ser observado é que a configuração atual da indústria da construção civil possui uma responsabilidade significativa na degradação do meio ambiente. No entanto, apesar do atraso tecnológico desta área, ainda existe grandes potencialidades para uma contribuição na redução do seu impacto ambiental. Um caminho a ser seguido é o estudo contínuo para introduzir novas tecnologias que proporcionem direções para aumentar a conciliação desta esfera com os desígnios do desenvolvimento sustentável.

Tendo em vista que esse setor contribui significativamente para essa instabilidade e desequilíbrio entre consumo e natureza, devido ao ciclo de vida de um edifício - seja na fase de produção de materiais e itens para edificação, no uso ou demolição da mesma - ser um grande consumidor dos bens naturais, além da necessidade de haver uma harmonia concomitante ao bem-estar da população com essas edificações. Devido à essas questões, há um aumento crescente no mercado, de práticas relacionadas à sustentabilidade (CORRÊA, 2009) [1]. Ainda segundo esse autor, a adoção dessas medidas é um “caminho sem volta” por afetar diferentes agentes, tais como governos, consumidores, investidores e associações, e haver uma alerta, estímulo e pressão ao setor de construção a incorporar essas técnicas em seus exercícios. Tais medidas são capazes de serem efetivadas, em cada fase do empreendimento, com a utilização de instrumentos de planejamento e gestão ambiental, os quais são desenvolvidos na proeminência da evolução da abordagem da questão ambiental, cujos princípios estão em constante progressão em diversos países (FLORIN; QUELHAS, 2005, p. 5) [5].

Hoje a construção sustentável tem sido implantada no mundo todo, como também no Brasil, apesar de ainda dispor de uma pequena porcentagem diante de todos os empreendimentos da construção civil. Esse nicho da construção é gradual e aos poucos tem sido posto em prática em variados patamares, seja com a utilização e/ou adaptação de apenas alguns itens de sustentabilidade ou até mesmo com o comprometimento de forma integral com o tema, utilizando selos de qualidade nacional e internacional, emitidos por órgãos que testam e mantêm controle sobre os materiais de construção, classificados como sustentável ou ecológico, acompanham a extração vegetal e de minérios e instituições que certificam construções verdes ou sustentáveis. Essas instituições fazem acompanhamento nas obras, da elaboração do projeto até a entrega da obra finalizada, e fiscalizam a manutenção e funcionamento dos empreendimentos exigindo que os parâmetros sustentáveis fiquem dentro dos padrões aconselhados pelo selo de qualidade sustentável.

Segundo o relatório técnico do 11º Congresso Brasileiro da Construção (CONSTRUBUSINESS, 2015) [6], no Brasil, as empresas vinculadas à construção, em 2014, acumularam um contingente de cerca de 6,4 milhões de trabalhadores com carteira assinada, representando cerca de 13% da força de trabalho no país. O relatório assume ainda que 21% do valor da produção na construção é devido às famílias que realizam ou contratam mão de obra para construção ou reforma. Apesar da importância no que diz respeito ao viés econômico, como dito anteriormente, este setor é responsável por uma parcela significativa na contribuição da degradação ambiental.

Nesse sentido, o Relatório do 17º Café com Sustentabilidade (2010) [7], aponta que no Brasil o ciclo completo de vida de um edifício – produção do projeto, a própria construção, operação, reformas, demolição e entulho – possui uma parcela de consumo de 21% do uso da água, 25% das emissões dos gases de efeito estufa, 42% da eletricidade e 65% dos resíduos, como pode-se observar na figura 1. Em escala mundial, o consumo de energia e materiais e a produção de resíduos são de aproximadamente 40%, podendo atingir até 75%, no caso dos Estados Unidos.

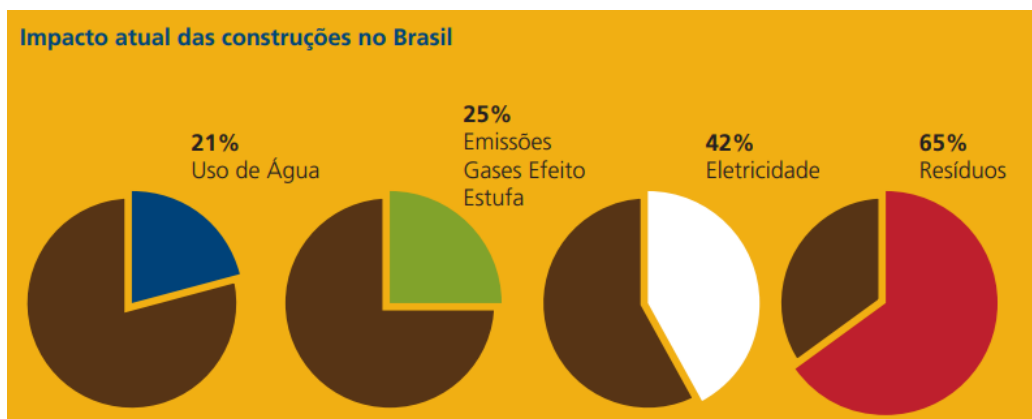


Figura 1: Impacto atual das construções no Brasil. Fonte: Relatório do 17º Café com Sustentabilidade (2010).

No âmbito da construção sustentável, o Relatório do 17º Café com Sustentabilidade (2010) [7] com base no estudo feito pelo Centro de Tecnologia de Edificações (CTE) e pela assessoria Criactive com 104 empresas brasileiras, que representam 41% do volume de obras no país, mostrou que, em relação ao grau de envolvimento com o setor, 16% publicam relatórios, 14% destinam recursos, 32% incorporam em suas metas e políticas e 84% consideram como valor estratégico, conforme pode-se observar na figura 2. A respeito das razões para se adotar a bandeira sustentável incluem: 24% em relação ao meio ambiente, 19% ao recurso, 14% ao mercado e 4% outros. E ainda, as principais barreiras apontadas pelas empresas entrevistadas estão associadas: ao custo (30%), à cultura (24%), ao incentivo (20%), aos fornecedores (16%) e ao cliente (14%). E ainda, em relação à quanto as empresas estão dispostas a investir mais, 55% delas investiriam 5%, 27% investiriam uma taxa de 10% e 9% poderia chegar até 15% de investimento.

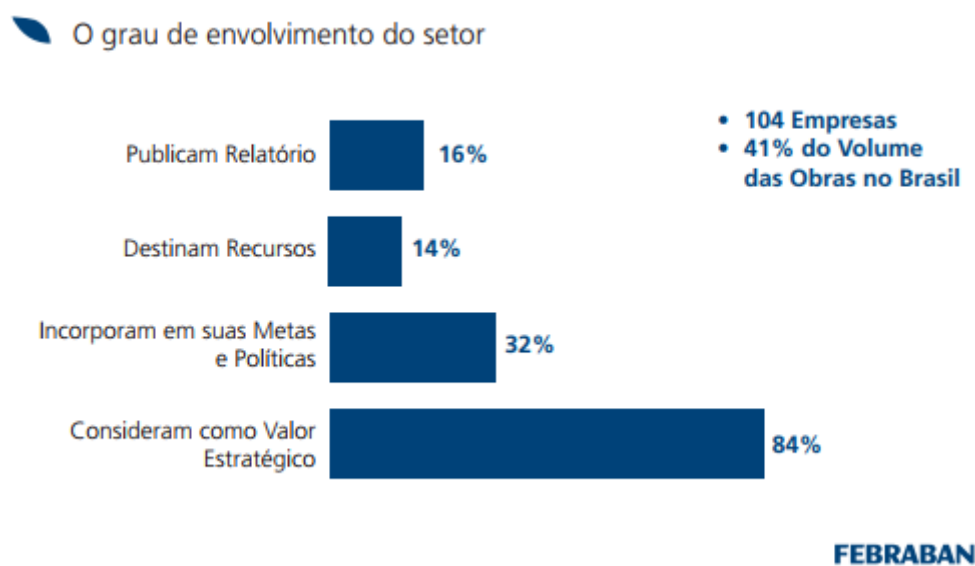


Figura 2: Grau de envolvimento do setor. Fonte: Relatório do 17º Café com Sustentabilidade (2010). [7]

Com relação aos custos envolvidos, a referida pesquisa informa que a porcentagem de clientes dispostos a pagar mais é de 47%, chegando a um investimento de 8% e 48% dos clientes não percebe o valor adicional do produto.

Se tratando do município de Mossoró-RN, de acordo com Ramos (2013) [8], a construção civil cresce constantemente tanto no setor imobiliário, quanto no de infraestrutura, tendo como exemplo a construção vertical de edifícios em diversos bairros da cidade. Segundo o mesmo autor, ao fazer uma análise estatística do avanço da construção civil no município em questão, é possível observar um crescimento de 38% consideravelmente bom e 31% ótimo sendo, portanto, considerada uma cidade com uma boa opção de trabalho neste ramo. E ainda, existe uma previsão otimista do Sindicato da Construção Civil de Mossoró (Sinduscon), para um grande potencial de crescimento nos próximos dez anos. Porém, apesar de haver uma visão otimista no cenário do ano de estudo (2013), é possível perceber que no quadro atual, diante da crise econômica que o Brasil tem enfrentado, tem-se uma quebra dessa visão.

O objetivo da referida pesquisa foi reunir alguns modelos de soluções construtivas não convencionais, com foco nos sistemas elétricos e hidráulicos, que surgiram da procura de aspectos mais sustentáveis para a construção civil.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Inicialmente, os mecanismos adotados foram pesquisa bibliográfica e documental, por intermédio de artigos, revistas, sites e monografias, relativos aos seguintes temas: construção sustentável, sustentabilidade na construção civil e novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção.

Com o propósito de entender a necessidade de haver uma mudança nos paradigmas da construção convencional, em vista da degradação ambiental que ela causa, recorrendo-se a um modelo que busque o equilíbrio

com os recursos naturais, intitulado de construção sustentável. E, atrelado a isso, como essa solução está incorporada no Brasil.

As soluções foram analisadas de uma maneira a integrar suas atribuições técnicas e econômicas, bem como seu impacto ambiental, comparando os efeitos desta com os modelos tradicionalmente utilizados, onde deu-se ênfase ao setor habitacional, que além de possuir um alto valor na construção nacional, também é um dos que gera mais impacto sobre o ambiente, sociedade e economia.

Segundo Araújo (2008) [9], é possível resumir as diretrizes gerais para edificações sustentáveis em nove passos principais, que estão compatíveis às recomendações de alguns dos principais sistemas de avaliação e certificação de obras ao redor do mundo. São eles: planejamento sustentável da obra; aproveitamento passivo dos recursos naturais; eficiência energética; gestão e economia da água; gestão dos resíduos na edificação; qualidade do ar e do ambiente interior; conforto termo acústico; uso racional de materiais; uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

Diante das informações apresentadas, os resultados obtidos foram concentrados na eficiência energética e na gestão e economia de água, trazendo uma diversidade de respostas, as quais serão discutidas a seguir.

2.2. Resultados e Discussões

2.2.1. Eficiência Energética

Atualmente, já existem diversas alternativas no mercado que permitem ao cliente opções para uma construção com predisposições sustentáveis. Desde pequenos detalhes durante o planejamento da obra, como a escolha de implantação da casa de acordo com a luz solar e as ondas de vento, que irão contribuir para uma iluminação e ventilação natural, até a instalação de sistemas que visam a economia de energia.

No que remete a eficiência energética, de acordo com Araújo (2008) [9], é necessário encontrar soluções ou atenuar as demandas de energia geradas pela edificação, preconizando a utilização de energias renováveis e sistemas visando a redução no consumo de energia e climatização do ambiente (sistemas de ar condicionado, no Brasil, em prédios comerciais, respondem por cerca de 35% da demanda energética).

O uso racional e inteligente de energia, diante da sociedade moderna, se torna cada vez mais necessário, devido às verbas investidas pelo governo em energia elétrica ter uma parcela cada vez menor, diferentemente do crescimento populacional. E é possível classificar esse uso em três categorias: iluminação, chuveiro e suas derivações (chuveiro elétrico, aquecimento solar híbrido, boiler e placa solar) e placas fotovoltaicas. (SANTOS JÚNIOR et al., 2015) [10].

2.2.1.1. Iluminação

De acordo com Santos Júnior et al. (2015) [10], a iluminação pode ser subdividida em dois tipos: a natural e a artificial, sendo o método mais comum de iluminação artificial o emprego de lâmpadas, que são de suma importância para o conforto e possuem uma vasta variedade de potência e quantidade de iluminação. Em uma residência, a iluminação consome cerca de 21% do total de energia elétrica, logo torna-se necessário racionalizar os equipamentos de iluminação

A lâmpada de *Light Emitting Diod* – LED, está cada vez mais em alta no mercado de iluminação e eficiência energética. A utilização desse tipo de lâmpada, é um importante avanço tecnológico, e traz uma interessante vantagem do ponto de vista dos benefícios atrelados ao meio ambiente, visto que seu consumo de energia, quando comparado com lâmpadas convencionais, como as incandescentes e as fluorescentes compactas, é significativamente inferior (SANTOS et al., 2015) [11].

De acordo com Santos Júnior et al. (2015) [10], ao comparar a lâmpada de LED com a fluorescente compacta e a incandescente, é possível perceber que apesar do investimento ser bastante alto, a economia em termos de gastos chega a 87%, estando em vantagem.

Um estudo comparativo de custo-benefício entre essas lâmpadas, feito por Santos et al. (2015) [11], mostrou que para uma potência de 60W das incandescentes, 15W das fluorescentes e 4.5W das LED, a comparação de preço, em reais, é de 1,75, 7,90 e 65,90, respectivamente. Enquanto a comparação de consumo diário, em KWh, os valores são de 1,428, 0,335, 0,095, respectivamente. Os pesquisadores concluíram que a LED se mostrou mais econômica, dado que, apesar de ser uma lâmpada com um custo elevado no mercado atual, seu consumo de energia é consideravelmente menor e o retorno do investimento na troca das lâmpadas é rápido.

É importante incrementar que a cada ano os valores da lâmpada de LED tem diminuído, e se tornado mais acessível no mercado, visto que a pesquisa do parágrafo anterior é um pouco mais antiga, e já é possível notar uma diminuição nesse valor devido a popularização.

2.2.1.2. Chuveiro e suas derivações

Com base na Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso (PPH), realizada pelo PROCEL em 2005 e publicada em 2007, apresentada por Cruz (2016) [12], 80,9% das residências brasileiras aquecem o banho de alguma maneira, sendo que 73,5% fazem o uso da eletricidade, 5,9% usam o gás e apenas 0,4% aquecem utilizando o sistema de aquecimento solar. Destacando-se ainda que 18,2% não aquecem a água.

Dados do Balanço Energético Nacional (BEN) de 2015 indicam que o setor residencial brasileiro é responsável por 24,9% do consumo final total de energia elétrica, ano base 2014 (EPE, 2015) [13]. Além disso, o chuveiro elétrico é o eletrodoméstico que possui a maior parcela do consumo residencial final, chegando a 24% no total, em 2005 (CRUZ, apud PROCEL, 2007) [12]. Diante disso, o chuveiro elétrico consome cerca de 6% do consumo de eletricidade do país em 2014. Sendo também o responsável pelo maior consumo em horário de pico.

A pesquisa ainda mostra que no Brasil a posse do chuveiro elétrico, no ano de 2005, foi de 73,1%, sendo a região Norte responsável por 4,0%, a Nordeste por 30,3%, a Sudeste por 90,7%, a Sul por 98,6% e o Centro Oeste por 85,1%. Ficando evidente que o maior consumo se concentra no Sul e Sudeste do país, por serem regiões com temperaturas mais frias.

Ao tratar alternativas para a redução de consumo de energia para o aquecimento de água residencial, o Brasil possui um grande potencial para a utilização do aquecimento solar, apesar de que apenas 0,4% das residências faziam uso desse sistema em 2005, não havendo uma diferença muito grande hoje em dia. No mesmo ano constatou-se que 73,5% das residências utilizavam o chuveiro elétrico (CRUZ, apud PROCEL, 2007) [12].

Seguindo a mesma autora, de acordo com o PNE 2050, o chuveiro elétrico terá uma perda significativa como fonte de aquecimento de água, sendo o gás natural e o aquecimento solar os principais responsáveis pela demanda dos próximos anos. Havendo um aumento na utilização do sistema de aquecimento solar (SAS) de 0,4% em 2005, para 20,2% em 2050, enquanto o chuveiro elétrico sofrerá um decaimento de 73,5% para 31,9% no mesmo período. Significando uma forte evolução na utilização de fontes alternativas em detrimento da eletricidade, gerando benefícios para os consumidores, as concessionárias de energia elétrica, o governo e o meio ambiente.

O uso da energia solar térmica pela população de baixa renda tem crescido no Brasil, devido a ações que partem tanto do governo como da iniciativa privada. Sendo o programa Minha Casa Minha Vida, do Governo Federal, um exemplo, por ter tornado obrigatório a inclusão do SAS em projetos de habitações unifamiliares atribuídos a famílias com renda bruta mensal de R\$ 1.600,00 (CRUZ, apud CAIXA, 2015) [12].

Diferentemente da energia solar fotovoltaica que tem seus equipamentos produzidos no exterior, de acordo com Cruz (2016) [12], a energia térmica solar possui uma geração interna de equipamento, sendo uma indústria bastante aquecida.

Dito isso, o SAS é composto por um sistema de coletores solares, reservatório térmico, aquecimento auxiliar, acessórios e interligações hidráulicas (ABNT, 2008) [14]. Consequentemente, esses equipamentos influenciaram no custo total do sistema. Podendo o custo de instalação chegar a 20% do custo total do investimento (CRUZ, 2016)[12].

Seguindo o estudo de Cruz (2016) [12], verifica-se que, em média, o custo do sistema já instalado é de R\$ 2.000,00, ao considerar uma residência familiar de classe média composta por quatro pessoas, ao qual contará com um coletor de 2,0m² e um reservatório solar térmico de 200 litros. Porém, é válido lembrar que este valor varia satisfatoriamente de acordo com o tamanho do equipamento, ao ser levado em consideração o local de instalação e o número de pessoas no domicílio.

É importante ressaltar que os dados apresentados a seguir, partirá do estudo de caso feito por Cruz (2016) [12], a qual obteve os dados a partir do contato pessoal com empresas do setor, como a Soletrol, Rinnai e Unisol. Em sua pesquisa, a autora considerou diferentes tamanhos e localidades, observados em 160 casos. Como também, o custo da mão de obra, que difere com o tamanho do reservatório, e do registro misturador (em torno de R\$ 180,00), que na maioria dos casos se faz necessário a complementação.

A conclusão do estudo aponta que o custo médio total do sistema já instalado para um reservatório de 200 litros é de R\$ 2.912,12, vale ressaltar que como é levado em consideração a área coletora, nesse caso variando de 1,0m² a 3,0 m², esse valor é apenas uma média dos seus cálculos. Da mesma maneira, para um reservatório de 300 litros, com a área coletora variando de 1,4 m² a 4,4 m², a média é de R\$ 3.475,01, e por fim, para um reservatório de 400 litros, com a área coletora variando de 1,6 m² a 6,0 m², a média é de R\$ 4.162,46.

Ao considerar a cidade-representativa e o número de moradores das residências, a média para 1, 2, 3, 4 e 5 moradores, em reais, respectivamente, é de: 2.463,06, 2.478,80, 2.563,31, 2.748,54 e 3.126,74. Destacando-se as cidades da região Nordeste, e fazendo uma média de até quatro moradores, o custo varia de: R\$ 2.463,06 para Recife, Fortaleza e Salvador. Não possuindo o custo para o Estado do Rio Grande do Norte.

Avaliando ainda o custo de manutenção anual médio, esse valor chega a R\$ 50,00 (CRUZ, apud DASOL, 2015a) [12]. Com relação ao custo de financiamento, o SAS é um investimento com *payback* médio simples de dois anos. E como exige um investimento inicial muito maior do que o chuveiro elétrico, mesmo com um prazo de retorno relativamente curto, os compradores ainda apresentam receio na compra. Devido a esse empecilho, são disponibilizados alguns tipos de financiamento que contemplam o SAS. Destacando-se o Construcard da CAIXA, o Consórcio no BB, a Eficiência energética no Santander, e do Bradesco. Cada um com sua particularidade de taxas e serviços, porém dentre as possibilidades o de mais fácil acesso e o mais utilizado é o Construcard da CAIXA.

A conclusão que a autora da dissertação alcança é que em relação à diferença de viabilidade econômica das regiões, para as regiões que possuem elevada temperatura ambiente, como norte e nordeste, existe uma demanda menor de energia para o aquecimento de água, em comparação com regiões cuja temperatura é mais baixa (sul e sudeste). E ainda, levando em consideração 70% ao ano de fração solar média, referente aos dados por ela analisados, tanto a economia de energia, como a economia de renda com o uso do SAS nessas localidades sejam menos relevantes, prejudicando assim sua viabilidade financeira. Da mesma maneira, para residências com até três moradores, também não há uma recompensa significativa, por haver uma baixa demanda de energia para o aquecimento de água.

2.2.1.3. Placas fotovoltaicas

Quando se deseja alcançar a eficiência energética de uma residência, edifício ou até mesmo de pequenas comunidades, é de suma importância tratar da energia solar fotovoltaica. Por ser uma fonte de energia limpa e renovável, as vantagens vão além do individual, passando a contemplar o meio ambiente e o governo (social e econômico). De acordo com o Greenpeace (2010) [15], se apenas 5% da energia solar fosse aproveitada, toda demanda brasileira seria capaz de ser atendida, considerando que a radiação global média anual do país está situada entre 1.642 e 2.300 KWh m⁻² ano⁻¹.

Ao analisar superficialmente, o custo final das energias renováveis aparenta ser mais elevado do que o sistema convencional centralizado de fornecimento de eletricidade. Porém, a contabilização final, quando envolve todos os processos necessários, apresenta uma redução de custo. Visto que, essa fonte de energia não necessita ser extraída, refinada ou transportada, além de ser um processo sem emissão de gases poluentes ou ruídos e com necessidade mínima de manutenção, diferentemente da energia convencional (SHAYANI; OLIVEIRA; CAMARGO, 2006) [16].

Os sistemas fotovoltaicos possuem duas maneiras de serem implantados: conectado à rede elétrica ou isoladamente. De acordo com Silva (2015) [17], os sistemas isolados são mais utilizados em locais remotos, sem alcance da rede pública de energia e são destinados principalmente para iluminação, refrigeração e outras cargas pequenas. Além disso, melhoram as condições de vida da população remota local, ao ser útil para bombeamento de água, refrigeração de remédios, telecomunicação entre outros. Esses sistemas necessitam de um banco de baterias, que armazena a energia gerada para situações em que a geração é insuficiente, ou à noite.

Já para os sistemas ligados à rede elétrica, o autor explica que toda a energia ou a excedente irá para a rede. A vantagem é a geração junto ao ponto de consumo, sem necessidade de custo adicional com sistemas de transmissão e distribuição ou de armazenamento. Além de trazer benefícios para as concessionárias, devido a adição de energia à rede, redução das perdas em transmissão e pela postergação dos custos de expansão.

O elevado preço da energia elétrica gerada por fonte solar se dá pelo custo da aquisição dos equipamentos. Contudo, é evidente que os preços dos painéis fotovoltaicos estão caindo, e podem cair ainda mais. Inclusive, estudos apontam que o custo de instalação no seguimento residencial deverá cair 48,70% entre 2010 e 2020 (SILVA, 2015) [17].

Dito isso, a seguir será apresentado um exemplo para análise de custo, realizado na cidade de Mossoró-RN. O modelo foi cedido por uma empresa local, a Fusion Engenharia e foi produzido para um cliente da cidade no dia 29 de julho de 2019. Conforme comunicado com a empresa foram passadas as informações a seguir.

O primeiro modelo foi desenvolvido por uma empresa local, a Fusion Engenharia, o caso analisado envolve uma residência em que o consumo médio mensal é de 479,25 kWh, totalizando um valor médio pago na conta de energia de R\$ 318,70, para um valor pago por kWh de R\$ 0,665. A proposta da empresa é o emprego de doze painéis solares Risun Energy 330 Wp, ocupando uma área de 23,28 m², cuja potência é de 3,96 kWp, incluindo um inversor Growatt de 3 kW. O sistema proposto deverá gerar, por mês, uma média de 528,22 kWh e a instalação é local. O custo que o consumidor terá mensalmente, para um custo de disponibilidade (chamado assim pela Companhia Energética do Rio Grande do Norte - COSERN) de 100 kWh, considerando uma unidade consumidora trifásica, é de R\$ 66,49. Ou seja, passa a ser um valor fixo, mesmo que a geração cubra a demanda da casa.

Para o caso apresentado, a análise feita pela empresa na fatura do consumidor, mostra que em um ano, o consumo médio é de, aproximadamente, 479,25 kWh, enquanto a geração média é de 528,22 kWh, é válido lembrar que se durante algum mês em que o consumo exceda a geração em mais de 100 kWh (custo de disponibilidade), o consumidor deverá pagar o excedente, contudo, como o sistema vai gerar 48,97 kWh a mais do que o consumo, nos meses em que o consumo for inferior a geração, o consumidor gerará créditos na concessionária de energia que poderão ser utilizados quando o consumo ultrapassar a geração. Exemplo: Quando o cliente consumir 600 kWh ele pagará o excedente dos 528,22 kWh (no caso, 71,78 kWh). Contudo, provavelmente não precisará pagar por esse excedente devido aos créditos que acumulou com a concessionária. O custo de disponibilidade é pago pelo consumidor por utilizar a rede de distribuição da COSERN. Para esses valores de geração e consumo, o valor médio da fatura, sem os painéis é de R\$ 330,88, em contrapartida, com a aquisição dos painéis passa a ser o custo de disponibilidade (R\$ 66,49). Contudo, é importante lembrar que além de pagar o custo de disponibilidade será necessário pagar o orçamento total (R\$ 19.000,00) que se não for pago todo de uma vez no início será financiado por um banco.

De acordo com a empresa consultada, orçamento total do sistema foi de R\$ 19.000,00. Ao realizar um *payback* simples a empresa constatou que o sistema terá retorno em uma estimativa de 5 anos e 2 meses. É importante destacar que o tempo de retorno do investimento pode variar de acordo com os juros cobrados pelo banco que realizará o financiamento.

2.2.2. Eficiência Hidráulica

O recuso hídrico é naturalmente irregular, devido ao ciclo da água mundial, determinando áreas muito úmidas e outras muito secas. Quando comparado com outros países, a disponibilidade de água per capita do Brasil demonstra uma situação satisfatória, contudo, grande parte desse recurso está localizado na Amazônia, que possui o menor contingente da população do país. Além disso, é necessário considerar a alteração do ciclo hidrológico praticada pelos indivíduos, por meio de desperdícios, vazamentos e aumento da demanda populacional, tornando esse recurso ainda mais escasso (HESPANHOL, 2014) [18].

De acordo com o mesmo autor, a concessionária investe bastante em infraestrutura e melhorias do sistema, para o abastecimento de água de uma cidade, em virtude da necessidade de garantir água de excelente qualidade, buscando redução de perdas. O interesse das concessionárias na diminuição de consumo e perdas, se dá tanto pela escassez de água nos grandes centros urbanos, como a relação entre o preço de venda e o custo da água, já que o preço é irrisório em comparação ao custo de captação, tratamento, distribuição e investimento na melhoria do sistema.

A sustentabilidade da água é vista mundialmente como um dos grandes desafios da atualidade e que deve se agravar nas próximas décadas. No Brasil, a Lei 9433/97 institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, a qual um dos objetivos é “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”. Entretanto, devido ao acelerado crescimento populacional, desenvolvimento econômico e o surgimento de enormes aglomerados urbanos, há uma pressão sobre os recursos hídricos disponíveis e, concomitante a esse fato, a ausência de estruturas e sistemas de gestão adequados, contribuem para que milhões de pessoas não tenham acesso adequado a água, intensificando os conflitos de uso, além de promoverem a degradação do recurso (GONÇALVES et al., 2009) [19].

O maior consumo de água doce do planeta é destinado ao setor da agricultura, devido à expansão contínua da fronteira agrícola e ao desperdício, estima-se que chega a 70% do consumo total. O segundo lugar é destinado ao consumo doméstico, com 23% e um aumento médio de 4% por ano desde a década de noventa, seguido então da indústria, com um consumo de aproximadamente 7% (GONÇALVES, 2006, apud TERPSTRA, 1999) [20].

No setor residencial, Hafner (2007) [21], através de suas pesquisas, concluiu que o maior consumo advém do chuveiro (37%) e das descargas dos vasos sanitários (22%), seguidos da pia da cozinha (18%) e, na existência, da máquina de lavar louça. Seguindo a ordem dos consumos, tem-se a máquina de lavar roupa (9%), o lavatório (7%) e o tanque (4%). E para finalizar, inclui-se o gasto com jardim e lavagem de carros (3%).

É essencial o conhecimento do consumo total de água nos diversos pontos de utilização residencial visando a identificação de pontos cruciais, no qual as ações de conservação do seu uso sejam priorizadas. Essas ações incluem o reaproveitamento de água (reuso); a substituição de produtos convencionais por outros economizadores de água; a detecção e concerto de possíveis vazamentos na rede externa, reservatórios e instalações hidráulicas; campanha educacional; entre outros (CRACIUN, 2007) [22].

Dito isso, a seguir serão apresentadas algumas alternativas em conformidade com o Programa de Conservação da Água, do Ministério do Meio Ambiente, que visa otimizar ao máximo a utilização desse recurso natural em uma edificação, de acordo com os conceitos de viabilidade técnico-econômica e ambiental, que apesar de ter sido pensada para prédios públicos, algumas indicações são viáveis para a implantação nas residências, que é o foco dessa pesquisa.

As adequações de componentes hidráulicos é uma das alternativas para redução de perdas que o programa apresenta, eles devem ser aos usos específicos de cada ponto de consumo. Existem diversos itens economizadores disponíveis no mercado, como é o caso da torneira hidromecânica, indicada para banheiros, na qual o volume de água por acionamento é pré-determinado e apresenta uma economia de 15% em relação à torneira convencional, com um valor variando entre R\$ 150,00-200,00. É válido notificar que os valores indicados são passíveis de alterações de acordo com o modelo, fabricante, loja e município a ser comercializado. Os representados nestes exemplos foram analisados em lojas do município de São Paulo-SP.

Outro equipamento que pode ser levado em consideração é a bacia sanitária. Podendo dispor da presença de um equipamento dual flush (bastante difundido no mercado), o qual pode ser tanto para caixa acoplada quanto em válvulas de parede. O sistema possui dois volumes de acionamento e o usuário pode escolher esse volume de acordo com a necessidade, podendo ser de 3 l para líquidos e 6 l para sólidos. Além disso, possui uma economia de água de 18% em relação às bacias de 6,8 l por acionamento, e seu preço varia entre R\$ 170,00-200,00.

As duchas também possuem alternativas de redução de consumo ao adicionar um dispositivo limitante de vazão, no qual poderá economizar 15%, comparando-se um chuveiro com vazão de 0,10 l s⁻¹ e outro de 0,60 l s⁻¹ e o preço pode variar entre R\$ 90,00-210,00. Para a pia de cozinha, uma alternativa é a torneira com válvula acionada por alavanca com arejador ou uma convencional acrescida de um arejador, ambas são práticas e chegam

a uma economia de 15% e 5%, respectivamente. Outras literaturas indicam que essa economia pode chegar a 80%, de acordo com o arejador. O preço varia de R\$ 200,00-285,00 e de R\$ 40,00-100,00, respectivamente.

Ademais, outra solução é o emprego de redutores de vazão em todos os pontos de consumo, o qual levará a uma perda de carga localizada no sistema, resultando na limitação de vazão. Estes dispositivos sustentam a vazão constante em uma faixa de pressão, reduzindo o volume de água que sai no ponto de consumo (torneiras e chuveiros, por exemplo). A economia no consumo de água chega a 20 % e o preço não foi definido.

Ainda de acordo com o programa, é importante lembrar que maiores economias no consumo serão possíveis com ações globais, ou seja, além da adequação dos componentes hidráulicos é preciso que haja uma conscientização dos usuários. Podendo ser alcançada uma economia de até 70 % no consumo, em alguns casos.

Segundo Craciun (2007 apud TOMAZ, 2001) [22], uma pesquisa realizada em 12 cidades dos Estados Unidos, em 1998, pela American Water Works Association Research (AWWARF), constatou uma economia média de 30% no consumo total de água em residências em que houve a implementação de medidas de conservação de água, como a utilização de bacias sanitárias de 6 litros, torneiras econômicas, entre outros produtos economizadores.

Seguindo com o programa de conservação da água, além de adequar os equipamentos hidráulicos, existem diferentes possibilidades de reduzir o consumo predial como é o caso do aproveitamento de águas pluviais. Entre as vantagens desta prática, incluem a conservação dos recursos hídricos disponíveis, a redução do escoamento superficial, o amortecimento de picos de enchentes, além da possibilidade de redução considerável dos custos relacionados às tarifas de água. Porém, as condições para instalação desses sistemas são variadas conforme o ambiente, sendo necessário o estudo prévio para adequação específica do local.

De acordo com Marinoski (2007) [23], um sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial consiste na captação da água da chuva que cai sobre os telhados ou lajes da edificação, em seguida, a água é transportada até o ponto de armazenamento através de calhas, condutores horizontais e verticais, percorrendo por equipamento de filtragem e descarte de impurezas. Em alguns sistemas existe um dispositivo desviador das primeiras águas de chuva. Após atravessar o filtro, a água é armazenada em um reservatório enterrado (cisterna), ou não, e bombeada a um segundo reservatório (elevado), a qual os encanamentos específicos de água pluvial serão distribuídos para o consumo não potável.

3. CONCLUSÕES

Os estudos a respeito da sustentabilidade na construção civil têm crescido demasiadamente a cada ano e, paulatinamente, novos produtos e sistemas são criados e pensados visando uma harmonia com o meio ambiente, que se encontra em um estado avançado de desgaste.

A eficiência energética e hidráulica são fatores cruciais quando a questão é a sustentabilidade, devido ao setor energético e hidráulico contribuírem significativamente para a degradação do meio ambiente. No setor residencial já é possível perceber mudanças significativas que pretendem atender aos preceitos ecológicos, como é o caso da mudança de lâmpadas convencionais para as de LED, a substituição de chuveiros elétricos para sistemas de aquecimento solar, principalmente em cidades e regiões nas quais seu uso é importante devido às baixas temperaturas, a instalação de placas solares, a troca de equipamentos hidráulicos que visam a redução do consumo, a introdução de sistemas de aproveitamento de água, entre outros.

Porém, como muito desses sistemas e equipamentos ainda são recentes no mercado, principalmente no Brasil, o custo de aquisição ainda é inviável para o perfil de muitas famílias, apesar de cada vez mais o incentivo através de financiamentos tornarem um passo possível. Assim, à medida que esse mercado se expande, os preços tendem a diminuir e passam a ser acessíveis para mais pessoas, paulatinamente.

Dito isso, torna-se necessário também o desenvolvimento de uma ação de conscientização com a finalidade de superar o individualismo e o egoísmo, traçando-se valores da solidariedade, da gentileza, do respeito, do trabalho em coletividade, do engajamento e da responsabilidade social. É essencial desenvolver o interesse e uma conscientização de que é necessário consumir cada vez mais recursos renováveis, de que é preciso reutilizar, reciclar produtos e reduzir a degradação ambiental.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CORRÊA, L. R. Sustentabilidade na construção civil. 2009. 70 f. Tese (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

[2] MATEUS, R. Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção: enquadramento do trabalho de investigação na realidade da indústria da construção. O impacto ambiental da construção. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Braga, 2004.

-
- [3] BRUNDTLAND, G. H. Our souls are too long for this short life. Sustainable Development International, London, 1999. Disponível em: <<http://www.sustdev.org>>. Acesso em 25.06.2019.
- [4] GOMES, Y. C. de P. Redução do consumo de água e energia em uma residência unifamiliar no município de Mossoró-RN. 2016. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil Yassonarley Christianny de Paiva Gomes, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.
- [5] FLORIM, L. C.; QUELHAS, O. L. Contribuição para a construção sustentável: características de um projeto habitacional eco- eficiente. Revista Produção Online, [s.l.], v. 5, n. 2, p.1-21, 24 jun. 2005. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v5i2.332>>. Acesso em: 25 jun. 2019.
- [6] CONSTRUBUSINESS: antecipando o futuro. Caderno técnico. São Paulo: FIESP, 11. ed., mar. 2015.
- [7] CAFÉ COM SUSTENTABILIDADE. Relatório de evento. Conteúdo apresentado e debatido no dia 20 de junho de 2010. São Paulo: FEBRABAN, 2010.
- [8] RAMOS, M. M. S. Geologia aplicada na Engenharia Civil em Mossoró-RN. 2013. 50 f. Tese (Graduação em Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.
- [9] ARAÚJO, M. A. A moderna Construção Sustentável. 2008. Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589>. Acesso em: 02 jul. 2019.
- [10] SANTOS JÚNIOR, Â. S. dos; LIMA, A. M. C.; SALVATERRA, G. F.; MORAES, R. M. de.; SILVA, R. H. de O. e. Eficiência energética residencial. 2015. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Faculdade Pitágoras, Belo Horizonte, 2015.
- [11] SANTOS, T. S. dos; BATISTA, M. C.; ROSSI, L. S. Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais. Engenharia Sanitária e Ambiental, [s.l.], v. 20, n. 4, p.595-602, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522015020040125106>>. Acesso em: 02 jul. 2019.
- [12] CRUZ, T. B. Análise do potencial de inserção de energia solar térmica para aquecimento de água em residências unifamiliares no Brasil. 2016. 188 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- [13] EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2015: Ano base 2014. Rio de Janeiro: EPE, 2015.
- [14] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15569: Sistema de aquecimento solar de água em circuito elétrico direto: projeto e instalação. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- [15] GREENPEACE INTERNACIONAL. Conselho Europeu de Energia Renovável (Erec). [r]evolução energética. A caminho do desenvolvimento limpo. Dezembro, 2010.
- [16] SHAYANI, R. A.; OLIVEIRA, M. A. G. de; CAMARGO, I. M. de T. Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais. Congresso Brasileiro do Planejamento Energético: Políticas públicas para a Energia: Desafios para o próximo quadriênio. Brasília-DF, 2006.
- [17] SILVA, R. M. Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº166). Disponível em: <www.senado.leg.br/estudos>. Acesso em 3 de fevereiro de 2015.
- [18] HESPANHOL, I. Manual prático para uso e conservação da água em prédios públicos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2014. 84 p.
- [19] GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P.; JANUZZI, G. Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água: uso racional de água e energia. Vitória: Abes, 2009. 354 p.
-

[20] GONÇALVES, R. F. (Coord.). Uso racional da água em edificações. ed. Rio de Janeiro: Prosab/Abes, 2006.

[21] HAFNER, A. V. Conservação e reuso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ.

[22] CRACIUN, G. P. Conservação e uso racional de água nos sistemas prediais: Efetividade do programa nacional de combate ao desperdício de água (produtos economizadores de água). 2007. 102 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo, Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

[23] MARINOSKI, A. K. Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis-Sc. 2007. 118 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 14:00 horas do dia nove de agosto de dois mil e dezenove, na Sala 11 do Central de Aulas VI do Centro de Engenharias – CE, Leste, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de curso de autoria da aluna **MARIANA REBOUÇAS DUARTE DE ARAÚJO**, aluna do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia desta universidade, N° de matrícula **2016010302**, com o título **“ANÁLISE DE CUSTO DE ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA UMA RESIDÊNCIA COM FOCO NOS SISTEMAS ELÉTRICOS E HIDRÁULICOS.”**. A Banca Examinadora ficou assim constituída por três membros: Profª. Drª. DANIELA DA COSTA LEITE COELHO, presidente da banca e orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso; engenheira civil CAMILA GABRIELLE DE ARAÚJO SANTOS, engenheiro civil THAYNON BRENDON PINTO NORONHA, como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, tendo a aluna obtido as seguintes notas: 9,5; 9,5; 9,5. Apuradas as notas verificou-se que a aluna foi aprovada com média geral nove vírgula cinco (9,5). E para constar, eu, DANIELA DA COSTA LEITE COELHO, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró, 09 de agosto de 2019.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.

Daniela da Costa Leite Coelho
Profª. Drª. DANIELA DA COSTA LEITE COELHO – UFERSA/Mossoró-RN
Presidente e orientadora

Camila Gabrielle de Araújo Santos
CAMILA GABRIELLE DE ARAÚJO SANTOS
Primeiro Membro

Thaynon Brendon Pinto Noronha
THAYNON BRENDON PINTO NORONHA
Segundo Membro