



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL NA CIDADE DE JUIZ DE FORA / MG¹

COSENTINO, Livia Tavares (1); BORGES, Marcos Martins (2)

(1) UFJF, e-mail: ltcosentino@hotmail.com; (2) UFJF, e-mail:
marcos.borges@engenharia.ufjf.br

RESUMO

O trabalho a ser abordado se resume no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial em Juiz de Fora, Minas Gerais. O objetivo do trabalho é analisar como o aproveitamento de água pluvial é feito na cidade, se existe ou não métodos com produtos eficientes que possam garantir a máxima economia de água potável e a consequente sustentabilidade da edificação na categoria de uso hídrico. O método utilizado consiste na revisão bibliográfica e pesquisa de campo e por meios eletrônicos, focando em profissionais do ramo da construção civil em especial arquitetos projetistas. Os resultados obtidos revelam o uso de tais sistemas, o esforço de muitos profissionais em prol da sustentabilidade, mas também as dificuldades, sejam pela falta de material ou mão de obra locais. A contribuição do presente trabalho está na nítida necessidade de futura criação de um sistema eficiente e de baixo custo, são deixados questionamentos expressivos para diversas reflexões no campo da sustentabilidade e do desenvolvimento de produtos.

Palavras-chave: Água pluvial. Desenvolvimento de produto. Projetos sustentáveis.

ABSTRACT

The work to be addressed is summarized in the use of rainwater harvesting systems in Juiz de Fora, Minas Gerais. The objective is to analyze how is made the rainwater use in the city, whether there is or not methods with efficient products that can guarantee maximum economy of drinking water and the consequent sustainability of the building in the water use category. The method consists in literature review and field research and by electronic means, focusing on professionals in the construction industry in particular designers architects. The results show the use of such systems, the efforts of many professionals for sustainability, but also the difficulties concerning the lack of material or local workers. The contribution of this work is the clear need for future development of an efficient and low cost system, significant questions for many reflections in the field of sustainability and product development are left.

Keywords: Rainwater. Product Development. Sustainable Projects.

1 INTRODUÇÃO

O trabalho a seguir trata especificamente de sistemas de aproveitamento de água pluvial, considerando o processo, os componentes do sistema e as possibilidades geradas pelo produto. A partir daí é desenvolvida uma pesquisa exploratória quantitativa e qualitativa sobre a aplicação dos

¹COSENTINO, Livia Tavares; BORGES, Marcos Martins. Aplicação dos sistemas de aproveitamento de água pluvial na cidade de Juiz de Fora/MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

sistemas no mercado da cidade de Juiz de Fora, em Minas Gerais, uma cidade de médio padrão com uma população de aproximadamente 555 mil habitantes², índice pluviométrico médio de 111,75mm no último ano (2015)³ e consumo aproximado de água de 30 bilhões de litros d'água por ano, considerando a média brasileira de 150 litros por habitante/dia⁴.

Em vista do processo destrutivo que nosso planeta vem passando, incluindo crises econômicas, guerras e escassez de recursos naturais, fica evidente a importância da criação de um mundo mais sustentável para a segurança das próximas gerações. Como citado no Relatório Brundtland (1987), a sustentabilidade está apoiada em três dimensões: econômica, social e ambiental. Cada um dos pilares depende do outro para que contribua de maneira significativa no desenvolvimento sustentável.

Johan Rockström et al (2009) cita fronteiras ambientais pelas quais o planeta não deve ultrapassar a fim de continuar minimamente estável no que consiste sua atmosfera para o desenvolvimento humano. Assim, apesar de modelos insustentáveis de desenvolvimento e diversas literaturas um tanto pessimistas, Rockström et al (2009) mostram que uma vez tais fronteiras não ultrapassadas a humanidade possui a liberdade de trabalhar em longo prazo para o desenvolvimento econômico e social.

Norman Foster (2003) afirma que ao mesmo tempo em que procura pelas últimas tecnologias do mercado, também busca inspiração em processos construtivos esquecidos, como o uso da ventilação e luz naturais através dos projetos (FOSTER, 2003). Tal afirmação é uma prova de que não é preciso tanta tecnologia na construção sustentável, é possível alcançá-la gerindo bem os recursos e aproveitando o que é oferecido pelo local.

No que tange à construção civil, além do próprio processo construtivo levando em conta noções de projeto integrado e gestão sustentável, muito pode ser feito com ações pontuais que evitam desperdícios de recursos naturais. Tais ações se baseiam na geração alternativa de energia, seja por painéis solares, moinhos de vento ou água, também podemos citar o reaproveitamento de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais, onde está o foco deste artigo.

Segundo Tundisi (2006), mais do que escassez ou contaminação, a crise da água é fruto da má gestão dos recursos hídricos, o que pode ser resolvido a partir da integração entre conhecimento científico adquirido e o gerenciamento.

De acordo com May (2004), a demanda de água vem aumentando em

² Dado do IBGE. Disponível em: "<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=313670>". Acesso em 4/04/2016.

³ Dado obtido através da análise do gráfico do Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: "http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf". Acesso em 4/04/2016.

⁴ Dado da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em: <http://www.abes-mg.org.br/visualizacao-de-clippings/ler/2154/consumo-de-agua-por-habitante-no-brasil-e-estavel>". Acesso em 4/04/2016.

centros urbanos, principalmente devido ao alto e desordenado crescimento populacional, o que impõe adoção de programas que minimizam o impacto como conservação, aproveitamento e reaproveitamento de água. LIMA et al. (2011) enquadram o aproveitamento da água pluvial precipitada nas residências do meio urbano como uma alternativa de substituição da fonte hídrica de acordo com os programas de conservação da água.

O objetivo geral da pesquisa é identificar o nível de preocupação na utilização e avaliação de elementos da construção sustentável entre os profissionais, principalmente em elementos do sistema de aproveitamento de água pluvial.

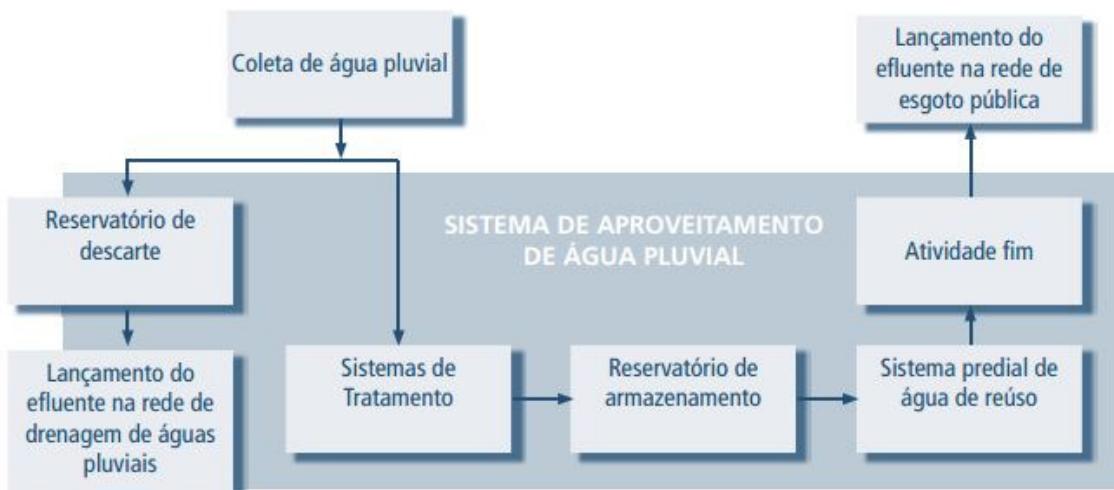
Há limitações no pouco conhecimento na área, seja por profissionais ou clientes, o que resulta na rejeição cultural apesar do senso comum de que a sustentabilidade deve estar presente no dia a dia a fim de garantir o futuro do planeta para as próximas gerações. O método utilizado foi primeiramente a revisão bibliográfica de artigos científicos e livros com temas relacionados ao desenvolvido, além de pesquisa de campo traduzida em um questionário enviado aos profissionais da cidade.

Sobre os resultados, a gestão dos recursos hídricos e o aproveitamento de água pluvial são temas abordados com frequência. Juiz de Fora revela profissionais preocupados com as questões ambientais que desenvolvem sistemas de acordo com as possibilidades locais, uma vez que a falta de materiais específicos e mão de obra capacitada se faz presente.

2 SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL – PRODUTOS E PROCESSOS

De acordo com Tomaz (2003), Silva e Domingos (2007) e Sinduscon (2015), os sistemas de aproveitamento de água pluvial possuem elementos básicos como captação, filtragem e armazenamento. O diagrama a seguir (Figura 1) exemplifica as fases necessárias no sistema de aproveitamento de água pluvial.

Figura 1 – Aproveitamento de água pluvial



Fonte: SINDUSCON (2015)

De acordo com Minikowski e Maia (2009), o funcionamento do sistema depende da quantidade de água da chuva que pode ser captada, assim como os índices pluviométricos da região, além da demanda requerida pelos residentes. "A demanda a ser atendida é crucial e deve ser mensurada de forma adequada para possibilitar menor gasto com a implantação do sistema e melhor aproveitamento da água captada e armazenada" (MINIKOWSKI; MAIA, 2009).

O potencial de economia de água varia de acordo com a demanda, área do telhado e precipitação do local, entretanto de acordo com LIMA et al. (2011) em países como Austrália, Alemanha, Estados Unidos e Japão, que possuem sistemas há anos, a economia chega a ser superior a 30%. O Brasil, apesar do grande potencial hídrico, não possui programas governamentais que promovem e incentivam o aproveitamento da água pluvial, embora o aumento populacional venha diminuindo a disponibilidade hídrica no país. Ao falar sobre gestão dos recursos hídricos, Tudinsi (2006) cita a participação dos usuários e comunidades como um avanço fundamental que consolida e abre novos caminhos para o gerenciamento deste bem público.

"A água de chuva pode ser utilizada desde que haja controle de sua qualidade e verificação da necessidade de tratamento específico, de forma que não comprometa a saúde de seus usuários, nem a vida útil dos sistemas envolvidos" (SINDUSCON, 2005).

O uso da água pluvial deve ser uma fonte alternativa de abastecimento, não excluindo o sistema público, pois a variação pluviométrica local pode alterar significativamente o volume de água disponível no reservatório. Segundo Meera e Ahammed (2006) apud Nakada e Moruzzi (2014) a contaminação da água pode ocorrer em qualquer uma das partes do sistema de aproveitamento de águas pluviais. Considerando tal fator, Nakada e Moruzzi (2014) citam a importância do descarte das primeiras águas. Entretanto, somente o descarte não é totalmente eficiente na remoção de micro-organismos, é necessário aplicar processos de desinfecção.

"As águas pluviais coletadas e armazenadas requerem tratamento prévio ao aproveitamento para promover a remoção de sólidos e a exclusão e/ou inativação de micro-organismos potencialmente patogênicos, visando a assegurar a qualidade da água." (NAKADA; MORUZZI, 2014).

Após ser coletada e tratada de acordo com o uso final da água, a mesma deve ser armazenada em local próprio. O reservatório pode estar localizado tanto no interior da residência, como no exterior ou mesmo sob o solo, para este fim são utilizadas caixas d'água ou cisternas à venda com facilidade no mercado. O mau acondicionamento da água pluvial pode gerar inúmeros problemas, tanto na saúde dos usuários como para a tubulação da residência, com entupimentos por algas e microrganismos provenientes do reservatório. Sendo assim, nota-se a necessidade de integração entre os processos: na captação deve ocorrer o descarte das primeiras águas para não sobrecarregar a filtragem, e esta por sua vez ser eficaz a ponto de não gerar muitos transtornos na armazenagem.

3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA ÁGUA PLUVIAL

O uso da água pluvial para abastecimento residencial tem diversas vantagens e desvantagens. Segundo Plínio Tomaz (2003), o aproveitamento da água pluvial em residências, além de gerar economia de água potável, pode diminuir picos de inundações. Os impactos na preservação do meio ambiente também estão na utilização de estruturas já existentes como telhados, lajes e rampas, redução de investimentos na captação de água em locais distantes do meio urbano, tendo impacto na redução dos custos energéticos de transporte e tratamento da água, além da diminuição da carga pluvial nos sistemas de drenagem urbana, o que diminui riscos de inundações como citado anteriormente (LIMA et al. 2011).

O quadro (Quadro 1) a seguir apresenta as principais vantagens e desvantagens do aproveitamento da água pluvial.

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens do aproveitamento da água pluvial

Vantagens	Desvantagens
Conveniência (o suprimento ocorre no ponto de consumo)	Suprimento é limitado (depende da frequência de chuvas e da área da superfície de captação)
Fácil manutenção	Custo inicial alto
Baixos custos de operação e manutenção	
Qualidade relativamente boa (captada no telhado)	Qualidade da água vulnerável
Baixo impacto ambiental	
As tecnologias disponíveis são flexíveis	
Construção simples	
Serve além de fonte de água, como uma medida não estrutural para drenagem urbana.	Possível rejeição cultural

Fonte: Adaptado de GOULD et al. (1999 apud SILVA;DOMINGOS, 2007)

Fica evidente que o número de vantagens supera as desvantagens e analisando podemos concluir que os pontos negativos podem ser tratados com a conscientização da população e o desenvolvimento de processos mais eficientes com menor custo. Sendo assim, a maior desvantagem é o suprimento limitado, por isso é necessário analisar os índices pluviométricos da região e realizar um estudo de viabilidade.

Considerando a contribuição para um planeta mais sustentável, aplicar um sistema de aproveitamento de água pluvial é mais vantajoso do que podemos listar aqui. Os custos do fornecimento de água potável hoje para as residências incluem desde o ambiental, de se retirar água de rios e mananciais e causar inundações, até o custo financeiro, como elevado gasto com energia elétrica e manutenção das centrais de tratamento de água. De acordo com Gonçalves (2009), "cerca de 3% do consumo nacional de eletricidade é destinado ao setor de abastecimento de água e tratamento de esgotos e, desse total, mais de 90% da energia destina-se ao uso de motores e bombas". Quando cada residência se torna uma porcentagem sustentável, os custos governamentais diminuem no que tange

o abastecimento de água e energia elétrica, assim o investimento pode ser redirecionado para outras áreas carentes como educação e saúde. Nesse aspecto, percebe-se que a busca pela sustentabilidade está diretamente ligada à qualidade de vida.

4 APLICAÇÃO EM JUIZ DE FORA/MG

4.1 Pesquisa

Juiz de Fora é uma cidade conhecida pelo forte comércio de rua e centros educacionais, que são tidos como destaque na região da Zona da Mata. Entretanto, questões tecnológicas ainda são pouco desenvolvidas na região, incluindo elementos que auxiliam na sustentabilidade local como os sistemas de aproveitamento de água pluvial. Muitos clientes precisam buscar componentes em outras regiões, o que encarece ainda mais a execução do sistema.

Uma vez que o sistema de aproveitamento de água pluvial pode ser montado a partir de elementos simples que encontramos no mercado, é comum deparar com pessoas que fazem seu próprio sistema ou mesmo profissionais que improvisam com os elementos disponíveis para projetar algo personalizado para determinada residência.

O questionário feito é constituído de perguntas de múltipla escolha focando na sustentabilidade em projetos e no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial na cidade e região da Zona da Mata em Minas Gerais. Foi feita uma lista de escritórios de arquitetura juiz-foranos, selecionados a partir de lista telefônica e um site local de contatos profissionais. Sendo assim, o questionário foi enviado a partir da plataforma Survey Monkey a 144 estabelecimentos, com uma taxa de resposta de 22,22%. O questionário comprehende 7 questões e foi aplicado de forma anônima. Pressupõe-se que a pesquisa não despertou interesse suficiente a ponto de ter 100% na taxa de respostas. Segue abaixo o questionário aplicado:

- 1) Qual a preocupação com a sustentabilidade no projeto?
- 2) Existe a tentativa de trabalhar com elementos que promovam a sustentabilidade da edificação? Como, por exemplo, sistemas de reaproveitamento de água, geração de energia alternativa, materiais reciclados ou reutilizados, entre outros.
- 3) Existe acompanhamento pós-obra para avaliar a eficácia dos sistemas?
- 4) Como a empresa profissional define sua atuação em prol da sustentabilidade no mercado?
- 5) Um dos meios de promover a sustentabilidade é utilizando sistemas de aproveitamento de água pluvial. Esse tipo de sistema já foi usado em algum projeto da empresa em Juiz de Fora e Região?
- 6) Houve tentativa de implantar um sistema de aproveitamento de água pluvial? Qual foi a situação na ocasião?

7) Sobre os materiais empregados no projeto de aproveitamento de água pluvial:

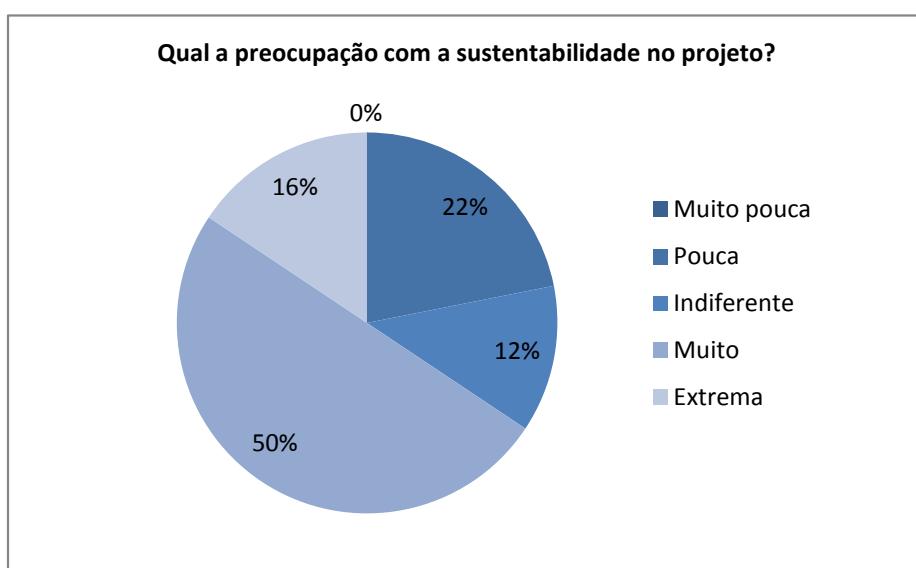
As perguntas foram formuladas com o intuito de estabelecer uma imagem da utilização dos sistemas de aproveitamento de água pluvial em Juiz de Fora.

4.2 Análises de resultados

Os resultados refletem uma preocupação superficial com a sustentabilidade, com certo descaso que no tange a real utilização de elementos na construção sustentável. Tal resultado pode ser caracterizado como determinada falta de conhecimento e recursos na área, uma vez que os profissionais se auto avaliam, na sua maioria, com uma atuação pouco satisfatória e precisam encomendar materiais em outras regiões, o que dificulta o processo.

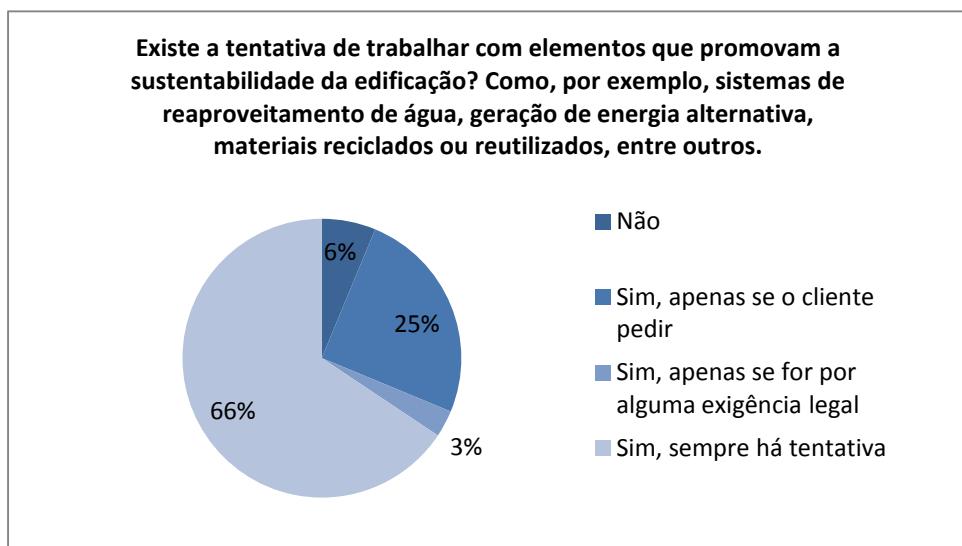
Considerado o universo da pesquisa, 50% relatam que a preocupação com a sustentabilidade no projeto é muita, enquanto 16% consideram sua preocupação extrema e 22% a consideram pouca (Gráfico 01). Sobre a tentativa de trabalhar com elementos que promovam a sustentabilidade, como sistemas de gestão de água, geração de energia ou uso de materiais reciclados 66% responderam que sempre há tentativa de utilização, enquanto 25% trabalham com os sistemas apenas se o cliente pedir (Gráfico 02).

Gráfico 01



Fonte: Autores

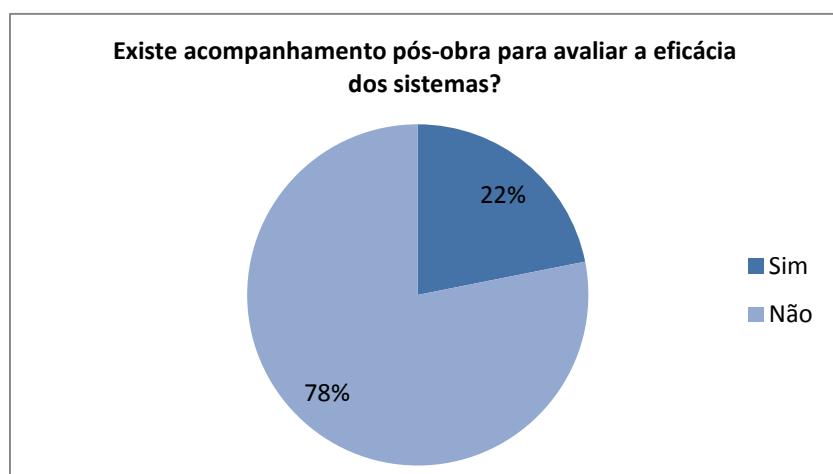
Gráfico 02



Fonte: Autores

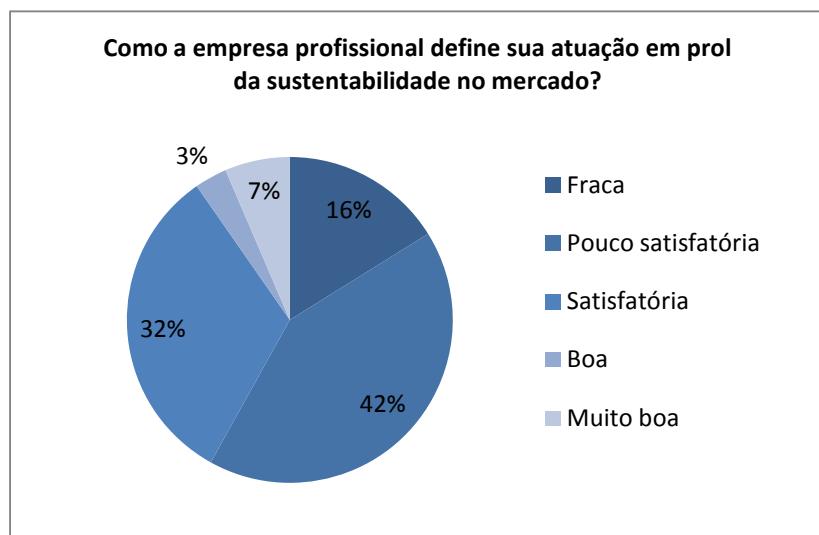
Apesar de positivas as respostas sobre preocupações com a sustentabilidade, 78% não fazem o acompanhamento pós-obra a fim de avaliar a eficácia dos sistemas, o que pode comprometer o resultado e o potencial dos sistemas (Gráfico 03). Nota-se que os profissionais também são exigentes quanto ao próprio trabalho, 42% dos entrevistados classificam a atuação da sua empresa em prol da sustentabilidade como pouco satisfatória, enquanto 32% consideram satisfatória e apenas 7% consideram a atuação muito boa (Gráfico 04).

Gráfico 03



Fonte: Autores

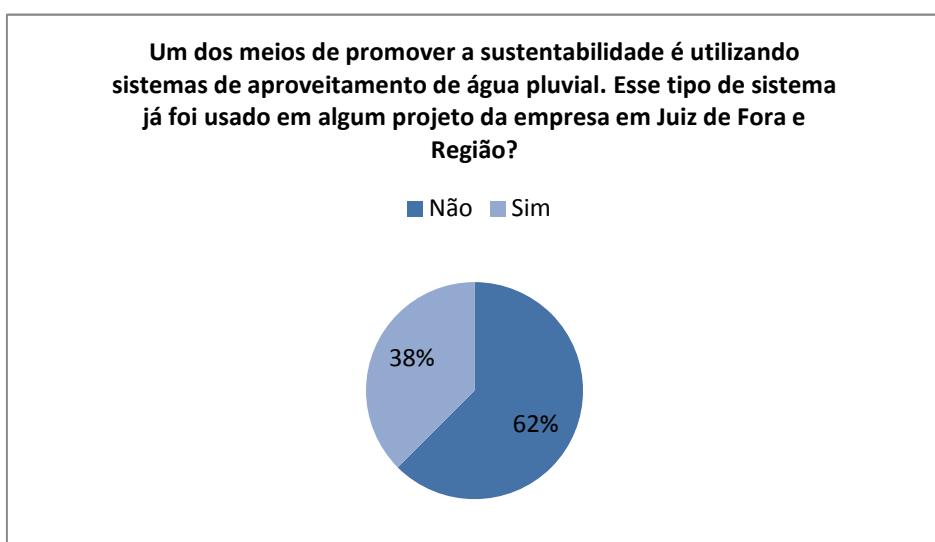
Gráfico 04



Fonte: Autores

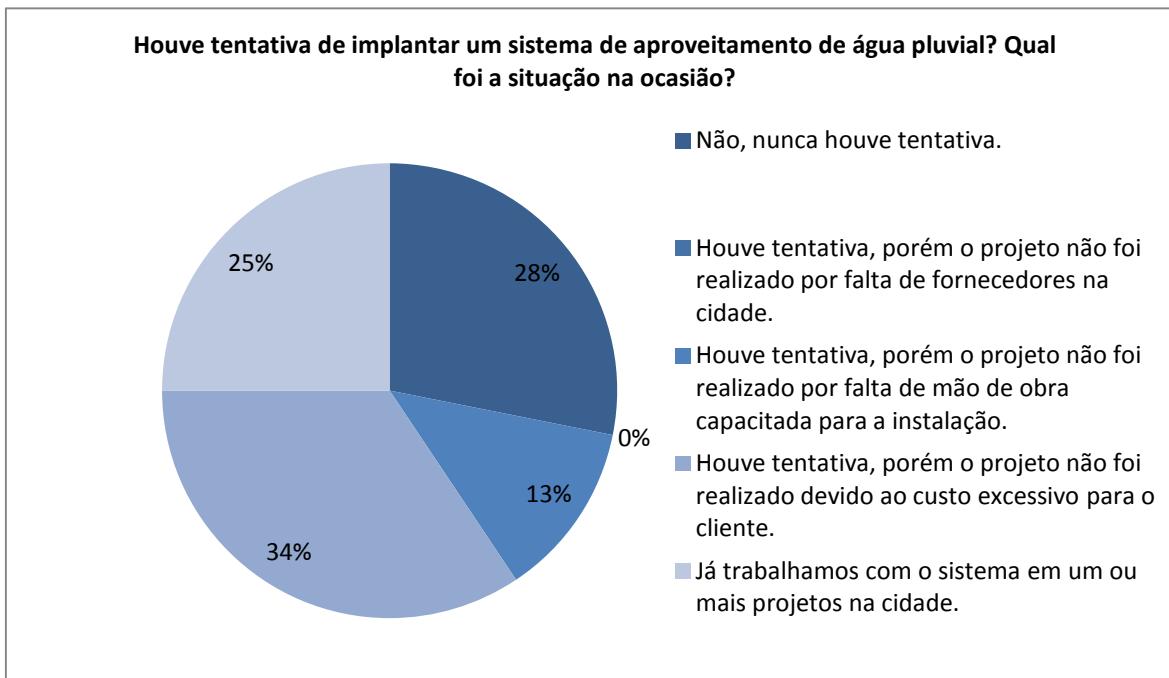
Sobre o uso dos sistemas de aproveitamento de água pluvial em Juiz de Fora, os dados tendem para um fator positivo, uma vez que apenas 38% nunca fizeram uso do sistema e 62% já aplicou o sistema em algum projeto (Gráfico 05). Entretanto a falta de uso de um sistema para a água pluvial não exclui a tentativa dos profissionais de projetar, sendo que 28% nunca tentou sequer implantar o sistema, enquanto que para 13% o projeto não foi realizado por falta de mão de obra capacitada, 34% alegaram o custo excessivo para o cliente, e 25% realmente trabalharam com o sistema em um ou mais projetos na cidade (Gráfico 06). Nota-se que se houvessem no mercado produtos e mão de obra adequados o uso dos sistemas de aproveitamento de água pluvial poderia ser intensificado na região.

Gráfico 05



Fonte: Autores

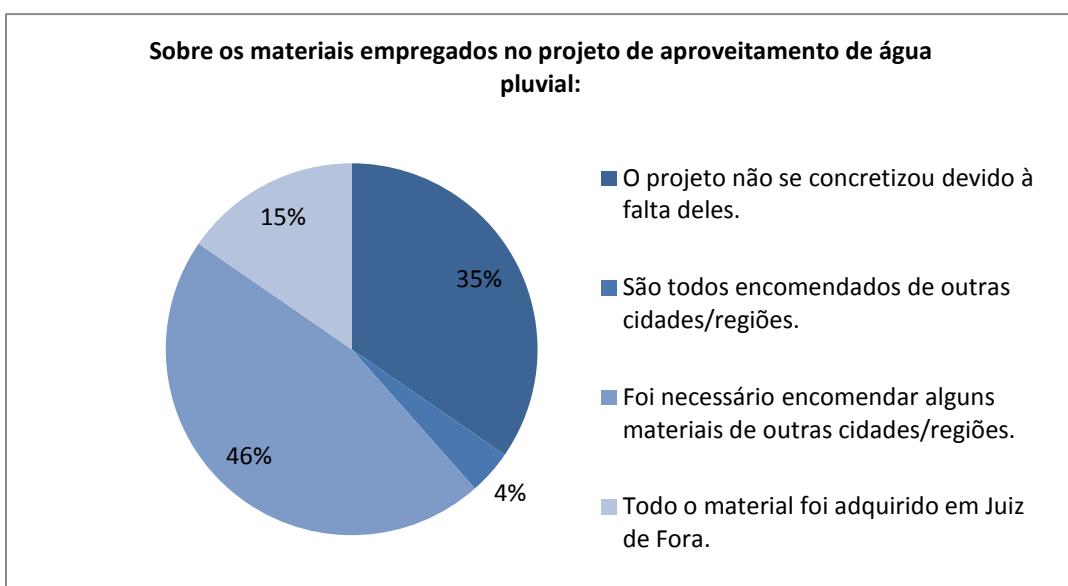
Gráfico 06



Fonte: Autores

O último dado que a pesquisa destaca é sobre os materiais empregados no sistema de aproveitamento de água pluvial. Dos entrevistados, 35% declarou que o projeto não se concretizou devido à falta dos materiais, 46% afirmam que tiveram a necessidade de encomendar de outras cidades e apenas 15% conseguiram adquirir todo o material em Juiz de Fora (Gráfico 07).

Gráfico 07



Fonte: Autores

5 CONCLUSÕES

Percebe-se uma tendência de incorporação de conceitos de sustentabilidade na prática profissional. Entretanto existem barreiras tanto de conhecimento como burocráticas para a implantação de elementos específicos na construção sustentável.

O artigo apresenta uma pesquisa em andamento direcionada para uma dissertação de mestrado, por esta razão o recorte foi feita especificamente na cidade de Juiz de Fora/MG. Contudo, o questionário pode ser aplicado em diversas cidades e estabelecer um cenário regional e/ou nacional sobre o tema.

Conclui-se que apesar do pessimismo de alguns autores sobre a má gestão dos recursos hídricos no Brasil, o que gera dificuldades na implantação de sistemas devido à burocracia excessiva, muitos profissionais mantêm uma postura positiva quanto à sustentabilidade em projetos e se esforçam para fazer o possível. Contrariando a hipótese primária deste trabalho de que a falta de materiais e mão de obra impediria a instalação de sistemas de aproveitamento de água pluvial na cidade, a pesquisa mostra uma quantidade significativa de projetos que contribuem para a gestão dos recursos hídricos.

Este trabalho abre espaço para novas reflexões acerca dos produtos disponíveis no mercado juiz-forano, pois nota-se que o sistema é utilizado numa escala considerável e que elementos podem ser adquiridos na cidade ou região. Conclui-se que há oportunidades de crescimento para o mercado de elementos específicos para o aproveitamento de água pluvial, pois a procura se mostra intensa, evidenciando a falta de materiais e mão de obra.

Entretanto, surge ainda a necessidade de pesquisa sobre a eficácia dos produtos e quais são as possibilidades de melhoria. Também ficam abertos questionamentos sobre o potencial médio de economia de água potável na cidade, sendo necessário o estudo mais profundo dos materiais utilizados em cada projeto.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente à CAPES pelo apoio em pesquisa e ensino. Agradecemos ao programa que de forma direta e indireta contribuiu para a realização desta e tantas outras pesquisas. Agradecemos também aos inúmeros autores que pesquisam e divulgam seu conhecimento e assim possibilitam reflexões sobre seus trabalhos, promovendo cada vez mais o engrandecimento da pesquisa no Brasil.

REFERÊNCIAS

FOSTER, Norman. **Architecture and Sustainability**. Foster+Partners, 2013. Disponível em: "<http://www.fosterandpartners.com/media/546486/essay13.pdf>". Acesso em 08/11/2015.

GONÇALVES, Ricardo Franci (Coordenação). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água.** Rio de Janeiro: ABES, 2009. 352p.

LIMA, Jeferson Alberto de et al. **Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial:** análise de 40 cidades da Amazônia. Eng. Sanit. Ambient. [online]. 2011, vol.16, n.3, pp. 291-298. ISSN 1413-4152.

MAY, Simone. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações.** Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. 189p.

MINIKOWSKI, Marcelo; MAIA, Adelena Gonçalves. **Sistemas de aproveitamento de água de chuva no município de Iraty (PR).** Revista acadêmica ciências agrárias e ambientais, Curitiba, v.7, n.2, p. 181-188, 2009.

NAKADA, Liane Yuri Kondo and MORUZZI, Rodrigo Braga. **Variabilidade qualitativa de águas pluviais coletadas em telhado e sua importância na concepção do sistema de tratamento.** Eng. Sanit. Ambient. [online]. 2014, vol.19, n.1, pp. 1-9. ISSN 1413-4152.

ROCKSTRÖM, Johan et al. **A safe operating space for humanity.** In. Revista Nature – Vol. 461, n.24, Setembro/2009.

SINDUSCON. **Conservação e reuso de água em edificações.** São Paulo, Prol Editora Gráfica, 2005.

SILVA, V.N.; DOMINGOS, P. **CaptAÇÃO e manejo de água de chuva.** Saúde & Ambiente em Revista, v. 2, n. 1, p. 68-76, 2007.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água da chuva:** Para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo: Navegar, 2003. 184p.

TUNDISI, José Galizia. **Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos.** Revista USP, São Paulo, n.70, p. 24-35, junho/agosto, 2006.