

# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

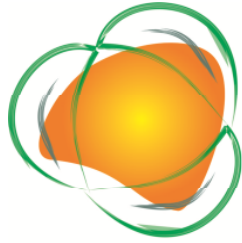
## **MANEJO DE AGUAS PLUVIAIS URBANAS: VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE PLACA DE CONCRETO PERMEÁVEL NA DRENAGEM E CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS.**

**Heron Gonzaga dos Santos<sup>(1)</sup>; Mariana Louback da Cunha Sales<sup>(2)</sup>; Mike William Araújo Guedes<sup>(3)</sup>; Paulo Eduardo N. Ribeiro Neto<sup>(4)</sup> Almir Cleber Lacorte<sup>(5)</sup> Adames Coelho Assunção<sup>(6)</sup>  
Denise Coelho de Queiroz<sup>(7)</sup> Nezy Elvira Chagas Viggiano Rabello<sup>(8)</sup>**

<sup>(1)</sup> Engenheiro civil e ambiental; Governador Valadares, MG; heron.23@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Engenheira civil e ambiental; Governador Valadares, MG; marianalouback@hotmail.com <sup>(3)</sup> Engenheiro civil e ambiental; Governador Valadares, MG; mikegv13@hotmail.com; <sup>(4)</sup> Engenheiro civil e ambiental; Governador Valadares, MG; pneto01@hotmail.com; <sup>(5)</sup> Professor; FAENG; Universidade Vale do Rio Doce; Campus Antônio Rodrigues Coelho - Rua Israel Pinheiro, 2000 - Bairro Universitário - CEP: 35020-220. Governador Valadares, MG; almirlacorte@yahoo.com.br; <sup>(6)</sup> Professor; FAENG; Universidade Vale do Rio Doce; Campus Antônio Rodrigues Coelho - Rua Israel Pinheiro, 2000 - Bairro Universitário - CEP: 35020-220. Governador Valadares, MG - Fone: (33) 3279-5919; denise.queiroz@univale.br; <sup>(8)</sup> Professora; FAENG; Universidade Vale do Rio Doce; Campus Antônio Rodrigues Coelho - Rua Israel Pinheiro, 2000 - Bairro Universitário - CEP: 35020-220. Governador Valadares, MG; nezy.rabello@univale.br

**RESUMO** – A preocupação com a preservação e recuperação do meio ambiente atualmente tem levado a constantes discussões sobre implementação de medidas mitigadoras aos danos a ele causados. Com relação ao consumo de água, possíveis soluções vêm sendo aplicadas em todo o mundo para fins potáveis e não potáveis, a fim de minimizar os impactos de diferentes origens. Os benefícios de sistemas de reaproveitamento de água de chuva não se restringem apenas na conservação da água, mas também, no controle do excesso de escoamento superficial e de cheias urbanas. Este trabalho teve como objetivo o estudo da viabilidade de implementação e utilização de placa de concreto permeável em loteamentos residenciais, visando a captação de água para fins não potáveis e a drenagem urbana. O estudo baseou-se em um projeto de loteamento na cidade de Governador Valadares/MG, sendo possível levantar os dados para determinação da área de aplicação do pavimento, características variáveis do solo, intensidade pluviométrica, dimensionamento do volume e altura ocupados pela base e camada de assentamento do pavimento, e o dimensionamento do sistema de captação e da drenagem urbana. A análise dos pavimentos disponíveis no mercado baseou-se nas normas regulamentadoras vigentes. O estudo mostrou que a utilização deste pavimento pode reduzir cerca de quatro vezes o volume de água no sistema de drenagem urbana, o que diminui a carga que o mesmo recebe, além de outros benefícios como abastecimento do lençol freático e a captação da água gerando economia de recursos naturais e financeira para os proprietários.

**Palavras-chave:** Pavimento permeável. Recursos naturais. Drenagem águas pluviais.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

**ABSTRACT** - The concern for the preservation and restoration of the environment today has led to constant discussions on implementation of mitigation measures to the damage it caused. With respect to water consumption, possible solutions have been applied worldwide for potable and non-potable purposes, to minimize the impacts of different origins. The benefits of rain water reuse systems are not restricted in water conservation, but also in the control of excessive runoff and urban flooding. This study aimed to study the feasibility of implementation and use of concrete slab permeable in residential developments aimed at water harvesting for non-potable purposes and urban drainage. The study was based on an allotment project in the city of Governador Valadares / MG, and you can get the data to determine the floor area of application, soil variable characteristics, rainfall intensity, volume scaling and height occupied by the base and layer pavement laying, and the dimensioning of the inlet system and urban drainage. The analysis of floors available on the market was based on the existing regulatory standards. The study showed that the use of this pavement can reduce about four times the volume of water in the urban drainage system, which reduces the load that it receives, as well as other benefits such as supply of water table and water catchments generating savings natural and financial resources for homeowners.

**Keywords:** Permeable pavement. Natural resources. Drain rainwater

## Introdução

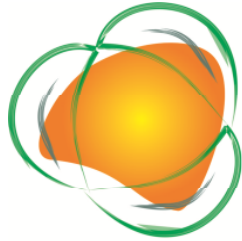
Atualmente as questões ambientais vêm sendo levantadas e priorizadas nos diversos setores da sociedade moderna, com uma cobrança cada vez maior da sociedade civil às autoridades competentes e aos setores produtivos, com o objetivo de atuar de forma mitigadora aos danos causados ao meio ambiente.

A necessidade de busca por novos métodos que auxiliem na economia de água doce tornou-se iminente. Nos últimos anos a falta de água no Brasil tem se tornado um fator preocupante à sociedade, sendo manchete em diversos meios de comunicação.

Estima-se que no Brasil encontra-se aproximadamente 12% da água doce do planeta, sendo 80% localizada na região Amazônica, com os 20% restantes encontrados nas demais regiões do país, onde vivem cerca de 95% na população (ANA, 2013). Apesar do grande volume de água no país, há uma desigualdade grande na divisão hidrológica.

Devido a essa desigualdade, gastos desnecessários, desperdícios e ausência de reutilização da água, é de suma importância o investimento na economia e reaproveitamento de água.

As práticas de economia e reaproveitamento de água são criadas a partir da criatividade e inovação, com a utilização dos recursos e tecnologias existentes para atender as necessidades atuais. Essas possíveis soluções vêm sendo aplicadas em



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

todo o mundo para fins potáveis e não potáveis, a fim de minimizar os impactos causados por uma sociedade com pouca consciência ambiental.

Para agregar valor a esse meio inovador, está em análise a captação de água para fins não potáveis. Neste estudo a captação é realizada através de placas de concreto permeável aplicadas em pequenas, médias e grandes áreas e em diversos seguimentos dentro de um loteamento, com a finalidade de drenar e absorver a água em contato seja ela de chuva, limpeza ou vazamentos.

Está em análise também a capacidade drenante do piso, assim como as áreas de possível implantação e de maior efetividade, benefícios, vantagens e desvantagens da aplicação e os resultados e efeitos que esse mesmo gera.

Atualmente, a maior parte da captação de águas pluviais é feita através de coberturas, com o auxílio de calhas ou com lajes impermeabilizadas, cobrindo a área onde a edificação foi executada. De modo geral, a área edificada em um lote, gira em torno de 70,00% dependendo do município, sobrando ainda 30,00% de área com potencial para captação. Essa porcentagem livre pode ser totalmente aproveitada com a implantação do pavimento permeável.

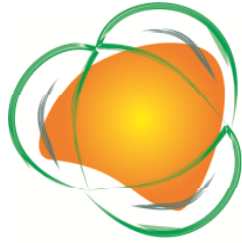
Se por um lado a escassez de chuva acarreta problemas, o excesso também gera transtornos que podem ser sanados ou amenizados com a implantação do piso permeável. No caso dos alagamentos promovidos pela deficiência do sistema de drenagem, o piso estudado é altamente recomendado por não permitir o acúmulo de água na superfície, drenando-a para o solo, abastecendo os lençóis subterrâneos ou podendo ser captada.

Atualmente, os lotes estão sendo quase completamente impermeabilizados, sendo que a água precipitada nesses lotes em períodos de chuva, é conduzida para as vias públicas, sobrecarregando o sistema de drenagem pluvial. Se cada lote captasse ou infiltrasse essa água, amenizaria esse efeito.

Esse pavimento possui nova Norma Brasileira (NBR) específica aplicável que entrou em vigor em setembro de 2015, a NBR 16416:2015 - Pavimentos Permeáveis de Concreto - Requisitos e Procedimentos. Tem por objetivo estabelecer as definições de pavimento, considerando aspectos exigidos para a estrutura de acordo com o uso (tráfego leve e de pedestres) e permeabilidade para determinar as diretrizes para os projetos de pavimentos permeáveis de concreto.

## **Material e Métodos**

A fim de se estabelecer os parâmetros necessários admitidos ao piso, adotou-se como referência a NBR 16416 (2015), para analisar os pisos encontrados no mercado possíveis de serem utilizados. O piso selecionado tem dimensões 50 x 50 x 8 cm e atende às especificações da NBR supracitada. Para estudo de caso foi selecionada um loteamento a ser implantado na cidade de Governador Valadares-MG, com área 35.862,75 m<sup>2</sup>, contendo 7 ruas e 125 lotes residenciais unifamiliares idênticos. Os lotes



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

têm área 184 m<sup>2</sup> cada, com área impermeável construída de 75,8 m<sup>2</sup> e a área total de ruas e áreas gramadas de vivência do loteamento totalizam 12.862,75 m<sup>2</sup>, sendo 3.483,668 m<sup>2</sup>.

O piso de concreto permeável foi projetado para ocupar 67,51 m<sup>2</sup> do lote, sendo essa taxa dividida em várias áreas com diferentes meios de destinação da água. E o restante do lote de 40,7 m<sup>2</sup> destinado à área gramada. A área de contribuição do lote se trata de 79,20 m<sup>2</sup>, valor da área destinada ao telhado, dividido em duas águas (frontal e posterior), que realizam o direcionamento da água da chuva ao piso permeável. A parte frontal do telhado possui 29,689 m<sup>2</sup>, enquanto a área posterior 49,519 m<sup>2</sup>.

A placa de concreto permeável foi implantada em todos os passeios do loteamento, numa área de 3.483,668 m<sup>2</sup>, com a finalidade de infiltração no solo.

O pavimento de placa de concreto permeável possui a infiltração como principal finalidade, podendo a água ser captada, infiltrada no solo e/ou escoada para a rede de drenagem pluvial.

A partir dessas possibilidades, foi determinada a área dos fundos do lote de 18,767 m<sup>2</sup> de pavimento de concreto permeável para realizar a captação e armazenamento parcial, sem infiltração. A área de 22,974 m<sup>2</sup> da garagem e 25,77 m<sup>2</sup> correspondente a área de circulação, foram destinadas à drenagem para a rede pluvial.

Devido à preocupação do índice de colapsidade do solo comprometer a fundação da edificação, não foi utilizado o sistema de infiltração na área de pavimento permeável referente à área de circulação, pois o volume de água infiltrada com a aplicação desse piso é muito elevado. Portanto, a destinação de infiltração no solo foi utilizada apenas nas áreas gramadas.

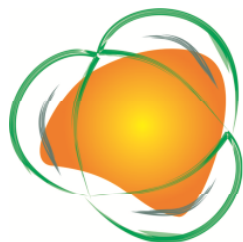
A área pavimentada permeável é encontrada a partir da soma da área permeável com a área de contribuição, ou seja, nesse estudo, se trata da soma da área do telhado com a área de pavimento permeável implantado no lote.

A área do telhado é de 79,20 m<sup>2</sup> e a área de pavimento de concreto permeável de 67,8 m<sup>2</sup>. Portanto, a área pavimentada permeável total é de 147 m<sup>2</sup>.

Com base nestes dados foi possível avaliar as consequências da implantação das placas de concreto permeável como pavimentação de loteamentos.

## **Resultados e Discussão**

A implementação do pavimento permeável em cada lote, causa uma redução significativa em diversos fatores quando comparando como o mesmo lote usando piso impermeável. Destacam-se: redução de área impermeável no lote de 79,2% para 43%; vazão de contribuição imediata durante a chuva reduz de 315,47 l/min para 171,45l/min; levando em conta que será reservado 6000L de água, ocorre uma redução de 31,7% de volume de chuva que irá para a rede de drenagem urbana em um evento climático atípico.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Apesar da aplicação do piso no lote ocorrer em um sistema sem infiltração, e parte da água precipitada que não for captada acabe indo para a rede de drenagem, esse volume demora a chegar na rede de drenagem urbana, pois necessita passar por todo o sistema, ser drenado e escoado até finalmente chegar a rede. Sendo o volume de chuva melhor distribuído em eventos pluviométricos atípicos.

Quando analisado a implementação do pavimento permeável nas calçadas do loteamento, a redução é tão significativa quanto do lote, pois o sistema do loteamento consiste na infiltração total da água da chuva. Sendo assim, esse volume não é descarregado no sistema de drenagem urbana.

A implementação da calçada promove uma infiltração de 452,83m<sup>3</sup> de água ao longo de 3483,68m<sup>2</sup>. Há redução na vazão total lançada no sistema de drenagem urbana em 7.540,86L/min, promovendo o abastecimento do lençol subterrâneo.

Pela metragem quadrada implantada, a característica de promover conforto térmico do piso é potencializada.

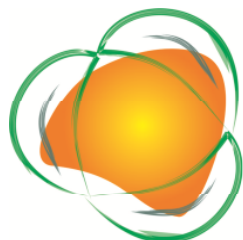
## **Conclusões**

A partir dos dados apresentados nas análises finais de resultados, pode-se concluir que a implementação do sistema de captação de água pluvial através da utilização da placa de concreto permeável torna-se possível. Esta possibilidade é inicialmente baseada nos custos combinados referentes à implementação do sistema em uma residência apenas, e após isto em um loteamento.

Esta aplicação do sistema na fonte (ou fonte geradora de escoamento superficial), possibilita a captação e armazenamento de grandes valores de água para fins não potáveis onde se encontra, hoje, os maiores índices de desperdício. Beneficiando a primeiro modo o cidadão dotado do sistema. Em conjunto com esse benefício existem os fatores relacionados ao conforto proporcionado pelo material, reduzindo temperaturas em áreas externas à residência e proporcionando o não-acúmulo de líquidos indesejáveis no piso, além da característica anti-derrapante que evita acidentes.

Durante um evento pluvial incomum, o sistema torna-se capaz de evitar grandes acúmulos de água que possam acarretar em perdas significativas para o cidadão desprevenido, como depreciação de móveis e objetos pela elevação da água sobre as residências; porém ainda não a nível de inundações. A água acumulada sobre as camadas do piso podem contribuir para a irrigação do solo, realizando a manutenção da vida na bacia, e/ou ser drenada posterior ao evento pluviométrico à medida que o sistema abaixa o grau de utilização direta, que pode ser classificada como a utilização ótima durante a precipitação.





# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Comparado a outros materiais de pavimentação externos em residências, as placas se destacaram por estarem na mesma faixa monetária e apresentarem um elevado valor em benefícios ecológicos comparado ao concorrente, que muitas das vezes é impermeável. O sistema de captação e reservamento destas águas é realizado em paralelo ao sistema hidráulico da residência e não apresenta grandes ameaças financeiras e construtivas, observando-se de uma ótica empreendedora.

Seu reflexo na aplicação em loteamento foi visível e claro no exemplo dado neste trabalho. Houve grande diminuição de carga d'água na rede de drenagem pluvial bem como a diminuição dos diâmetros necessários para o bom funcionamento da drenagem.

Com a redução das áreas de contribuição, menos água é colocada à disposição da infraestrutura urbana, evitando possíveis inundações em pontos jusante pertos ou distantes do empreendimento. O reflexo de outros sistemas de drenagem podem ser observados na maioria das cidades brasileira, onde a contribuição de toda a bacia acaba concentrando-se em um ponto, ou linha principal, causando danos e destruições em grandes centros urbanos

## Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília, 2013. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil\\_2013\\_Final.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2015, 15:23:30.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16416**: Pavimentos permeáveis de concreto: Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água**. São Paulo: EPUSP, 1999. 344 f. Disponível em: <[http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT\\_00247.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00247.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2016, 10:20:30.

GPRH. **Pluvio 2.1**: Chuvas intensas para o Brasil. Versão 4.1 [S.l.]. Disponível em: <<http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>>. Acesso em: 28 nov. 2015, 15:00:30.