

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO E TECNOLOGIAS LIMPAS:
APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Fabricio Heck (UNISC) - fabricio_heck@hotmail.com

Joice Rediske (UNISC) - joicerediske@gmail.com

Prof. Dr. Jorge André Ribas Moraes (UNISC) – jorge@unisc.br

Resumo

A importância da construção civil no desenvolvimento socioeconômico é incontestável, entretanto, além de ser um grande poluente, o setor demanda alto consumo de água potável, causando danos irreversíveis ao meio ambiente. Sendo a água um recurso imprescindível e não renovável, os visíveis impactos, associados ao seu desperdício excessivo, tem evidenciado a necessidade de adoção de estratégias como a produção mais limpa, que visa minimizar problemas ambientais através da redução do consumo de água e energia e da emissão de resíduos. A metodologia utilizada nesta pesquisa classifica-se como exploratória e estudo de caso. Conheceu-se na prática os processos produtivos de uma construtora localizada na cidade de Santa Cruz do Sul – RS e analisou-se a tecnologia limpa que minimiza o consumo de água potável em obras prediais, concluindo que é possível reduzir o custo das faturas de água potável, substituindo-a, quando possível, por água da chuva.

Palavras chaves: Sistemas de produção, Construção civil, Água da chuva, Canteiro de obras.

1. Introdução

A rápida urbanização, a expansão do consumo em massa, a intensificação da industrialização e da capacidade de produção proporcionaram grande desenvolvimento econômico, entretanto, este crescimento descontrolado resultou em uma degradação ambiental sem precedentes. Estes impactos ambientais evidenciaram a preocupação da população com a sustentabilidade e conservação de recursos naturais e da qualidade ambiental.

A consciência ecológica de empreendedores e clientes, reforçada pelo aumento das pressões governamentais e da sociedade, gerou a necessidade da implantação de alternativas de gestão ambiental com a finalidade de promover o desenvolvimento sustentável em diversos setores industriais.

A indústria da construção civil ocupa posição de destaque na economia brasileira e está diretamente relacionada com o desenvolvimento econômico e social do país, contudo,

também é uma das maiores consumidoras de recursos naturais e geradoras de resíduos. Grande parte das matérias primas utilizadas na construção civil são de fontes não renováveis, e o desperdício é uma característica marcante do setor, gerando um elevado índice de resíduos (RODRIGUES, ALMEIDA, 2016).

De acordo com Rodrigues e Almeida (2016), uma alternativa para amenizar estes prejuízos ambientais, mais do que somente tratar os resíduos, é a adoção de sistemas de produção e tecnologias limpas, que são medidas de controle que buscam minimizar a utilização de recursos não renováveis e a emissão de resíduos e poluentes. A produção mais limpa é uma ação preventiva, que gera economia para a empresa através da otimização do uso de matéria-prima e recursos, além de evitar danos ao meio ambiente, garante a boa imagem da empresa perante a sociedade, fator determinante de competitividade no setor.

O presente estudo tem como objetivo analisar como tecnologias e processos sustentáveis para o reaproveitamento da água da chuva são aplicados por uma construtora do município de Santa Cruz do Sul - RS, afim de reduzir o consumo e desperdício de água potável, de maneira economicamente viável, sem dificultar o cronograma da obra e sem causar perda de eficácia dos processos produtivos.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Produção mais limpa

A produção mais limpa (P+L) é a aplicação de uma estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos de produção, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, por meio da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões (QUELHAS, SILVA, 2015).

O sistema P+L considera a variável ambiental em todos os níveis da empresa, como compra de matérias-primas, engenharia de produto, design, pós-venda, e relaciona questões ambientais com ganhos econômicos. Assim difere-se das tradicionais alternativas de “fim de tubo”, que se preocupam somente com a disposição e tratamento dos resíduos, e mostra-se mais eficiente como solução ambiental e também de economia para a empresa (CNTL, 2013).

A P+L tem como benefícios decorrentes de sua aplicação, conforme Dias (2011), citado por Rodrigues e Almeida (2016), a redução dos custos da produção e riscos à saúde humana, a melhoria da imagem da empresa e o cumprimento das leis e regulamentos ambientais. Silva et al. (2011) afirma que uma das razões para a adoção do sistema é que os

resíduos gerados possuem altos custos, e evitar estes resíduos é fator de economia, sustentabilidade e competitividade para a empresa.

2.2. Impactos ambientais da construção civil

A construção civil é uma atividade econômica que gera alto impacto sobre o meio ambiente, pois demanda grande quantidade de energia e matérias primas, desta forma estas atividades exigem melhorias e adaptações progressivas em projetos e processos produtivos, a fim de conciliar o desenvolvimento social e ambiental (ZUÑIGA, FLORES E LONA, 2015).

Silva et al (2011) afirma que a indústria da construção consome de 20% a 50% do total de recursos naturais consumidos, e gera grande impacto em termos de volume dos resíduos originados, contribuindo com 20% dos lançamentos de efluentes líquidos e 25% da geração dos resíduos sólidos. Conforme Rodrigues e Almeida (2016), os maiores impactos ambientais dos canteiros de obras estão relacionados ao elevado índice de emissão de resíduos de construção e demolição (RCD), e com as altas taxas de consumo e desperdício de água potável.

O eminente consumo de água potável em obras torna-se problemático por se tratar de um recurso limitado e não renovável, sendo que o descuido com a não preservação desse bem pode culminar na falta em um futuro próximo (RAINDROPS, 2002).

2.3. Água potável na construção

Segundo o comitê temático da água do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2009), a construção é responsável por exorbitante parte do consumo de água potável no mundo. Em áreas urbanizadas chega a ser de cerca de 50% da água potável fornecida à região, podendo chegar a 84%.

A imensa utilização de água em obras ocorre porque esta possui função imprescindível de dissolução de vários tipos de materiais. Segundo Pessarello (2008), citado por Silva e Violin (2013), “Para a confecção de um metro cúbico de concreto, se gasta em média 160L a 200L de água, e ainda na compactação de um metro cúbico de aterro podem ser consumidos até 300L”. Essa função torna a água um componente importante na confecção de concreto e argamassa, e em canteiros de obras também é utilizada em atividades de limpeza e cura do concreto.

Em grande parte dos canteiros de obra é utilizada água potável em todas as atividades, enquanto usos menos nobres poderiam ser supridos por água de qualidade inferior, como a água da chuva. O uso adequado de fontes alternativas em substituição à água potável pode reduzir o consumo em 30% a 40% colaborando para a mitigação dos impactos causados pela construção civil (CBCS, 2009).

2.4. Aproveitamento de águas pluviais

Conforme Pinto (2010), tanto as águas superficiais como as subterrâneas são escassas, uma boa resposta para combater a escassez de água é o reaproveitamento da água da chuva. Segundo Ruiz-Cuello et al (2015), para o aproveitamento de água da chuva não há a necessidade de uma infraestrutura complexa para coleta, armazenamento e distribuição.

O decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, decreta o Código de Águas, que no título V – “Águas Pluviais” - em seu artigo 103, preconiza que as águas pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em contrário (BRASIL, 1934).

A norma que rege os requisitos para aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis é a NBR 15527. No projeto de captação, para as calhas e condutores é necessário instalar dispositivos de remoção de detritos que são enquadrados na NBR 12213. No reservatório deve-se considerar o extravasor, dispositivo de esgotamento e manutenção; quando o reservatório for alimentado também por fonte de água potável, deve conter dispositivo que impeça a conexão cruzada. A norma ainda estabelece métodos, como o método prático australiano, que relaciona a precipitação média com a área de captação e as perdas no processo, para o cálculo do volume de chuva captado (ABNT NBR 15527, 2007).

Quanto ao uso nos sanitários, algumas cidades podem ter em seus códigos sanitários municipais algumas restrições sobre a introdução de águas pluviais na rede de esgoto, o que não impede o lançamento nos esgotos sanitários de parte desta água, proveniente de seu reaproveitamento. Quando a água pluvial é usada em substituição à água potável, os esgotos resultantes são classificados como esgotos sanitários, podendo, portanto, ser lançados nas redes públicas (TELLES, COSTA, 2007).

2.5. Cálculo da fatura mensal

A empresa que administra o abastecimento de água e o esgotamento sanitário em Santa Cruz do Sul é a Companhia Rio-grandense de Saneamento – CORSAN. A fatura mensal é composta por uma taxa de serviço básico (consultar Anexo A), por valores de serviço diversos, sanções, parcelamentos e receitas recuperadas e um valor variável conforme o consumo, dimensionado pela fórmula:

$$PB \times C^n$$

Onde:

PB é o preço base do m³. Conforme tabela tarifária vigente: R\$ 6,59/m³ na categoria industrial com consumo até 1.000 m³.

C é o consumo de água entre a última e a atual medição.

n é o exponencial que varia conforme o consumo – consultar Anexo B.

A atual tabela tarifária e de exponenciais está em vigor desde o dia 1º de setembro de 2017 (CORSAN, 2017).

3. Metodologia

O presente estudo objetiva conhecer as tecnologias limpas empregadas para aproveitamento de água da chuva no canteiro de obras de uma construtora localizada no município de Santa Cruz do Sul-RS.

Conforme Gil (2002), a presente pesquisa classifica-se como exploratória, a qual geralmente engloba um levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas envolvidas nas práticas estudadas e análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Para coleta de dados foram realizadas visitas ao canteiro de obras em que a água da chuva é reutilizada nos processos construtivos, aplicou-se uma entrevista com o supervisor de obras, podendo assim, ter conhecimento das informações técnicas necessárias, desde a captação, o armazenamento, até o reuso da água da chuva, e foram analisadas as faturas mensais de abastecimento de água desta obra a fim de comparar com outra obra executada pela mesma construtora, mas que foi abastecida apenas com água potável proveniente da concessionária local.

4. Resultados

A construtora aderiu ao reaproveitamento da água da chuva em suas atividades com o objetivo principal de economizar com as faturas mensais da concessionária de água potável.

A captação da água da chuva é feita através de um vão no subsolo que posteriormente abrigará o sistema de freios do elevador. A água que precipita no prédio cai na abertura destinada ao elevador de cada andar e é direcionada para o vão de armazenamento. A água que fica acumulada nas sacadas dos apartamentos é conduzida através de uma tubulação temporária.

Quando se atinge a capacidade máxima deste primeiro reservatório, 5.508 litros, um cano destina a água excedente para outros dois tanques interligados entre si, com capacidade útil de 11.663,16 litros cada. Após a conclusão e entrega da obra estes dois tanques integrarão o sistema de fossas do prédio, enquanto isso, um sistema de fossas temporário e de menor capacidade foi dimensionado para o uso durante a obra. A ligação entre o vão do elevador e os outros tanques não consta no projeto da obra, trata-se de uma ligação temporária de cano de transbordamento.

A água captada e armazenada é destinada exclusivamente aos processos que envolvem a concretagem das lajes em cada pavimento, por esse motivo, o único ponto para o qual a água dos reservatórios é bombeada fica sempre no andar mais alto da edificação.

Com a água armazenada é feita a limpeza das fôrmas (superfície que receberá o concreto) e o processo de cura, neste deve-se manter a área concretada com aspecto molhado até que se atinja resistência suficiente para evitar rachaduras, na prática, isso contabiliza em torno de sete dias, com variações na quantidade de regas por dia, dependendo da temperatura ambiente, da umidade do ar e da velocidade dos ventos.

A obra em que a construtora adotou o sistema de reutilização de água da chuva possui uma área equivalente de construção de 5.340,55 m², e consumiu, desde sua primeira fatura emitida em março de 2014, até a última, no mês de janeiro de 2018, 1.899,00 m³ de água potável, aproximadamente 0,356 m³ de água potável por metro quadrado construído.

Para comparação, analisamos as faturas de um prédio com o mesmo padrão de acabamento, da mesma construtora, onde não foi reutilizada a água da chuva, este, com uma área equivalente de construção de 3.909,90 m², consumiu, desde sua primeira fatura emitida em abril de 2013, até a última, no mês de agosto de 2016, 1.573,00 m³ de água potável, aproximadamente 0,402 m³ de água potável por metro quadrado construído, mais de 11% de

aumento no consumo de água potável em comparação com a obra que reutilizou água da chuva.

É importante salientar que todo o concreto destinado às lajes é comprado pronto, logo, a água utilizada para sua produção não é contabilizada nas faturas da construtora, o que representa um aumento significativo na demanda das obras por água, além do volume levantado para esta pesquisa.

5. Conclusão

A presente pesquisa possibilitou dimensionar o quanto uma obra da construção civil consome de água potável da rede de abastecimento, bem como, verificar o quão significativa é a contribuição de métodos de reaproveitamento da água da chuva para os processos da construtora.

O sistema utilizado pela construtora mostrou-se eficiente, mas alguns aspectos podem ser melhorados a fim de aumentar a economia com as faturas mensais, a preservação da água potável e a redução dos impactos ambientais causados pela empresa.

O uso desta água pode ser expandido para outros fins desde que seja considerada sua baixa pureza, ideal para a limpeza da obra e das ferramentas e para a descarga em bacias sanitárias. Supondo que em um canteiro de obras com 44 funcionários, cada um destes usa o sanitário três vezes ao dia, o consumo de água com as descargas é de aproximadamente 897,60 litros por dia, em um mês, com 20 dias de trabalho, o consumo de água potável com as descargas fica em torno de 17.952 litros, que gera um custo de R\$ 144,81 na fatura mensal, sem considerar possíveis vazamentos nos sanitários.

Para que o sistema tenha máxima eficiência, ele deve ser pensado desde o projeto do empreendimento de acordo com a ABNT NBR 15527, que estabelece os requisitos para o aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. A mesma norma determina a periodicidade da manutenção de todo o sistema - Quadro 1.

Quadro 1 - Frequência da manutenção

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: ABNT NBR 15527, 2007

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12213 – Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público**. Disponível em:

<<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=forums&srcid=MDA4MjMzNzEyNzk0MDYyNDU0NTYBMDkxNjU4MzUzNTk3MTA1NDY3NzkBdTRTSE5hNIU0ajhKATAuMwEBdjIpdf>>. Acesso em: 8 nov. 2016.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15527 – Água da chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. Disponível em: <<http://espiral.net.br/apoio-agua/2007-ABNT-%C3%A1guadachuva-aproveitamentodecoberturaem%C3%A1reasurbanas.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2016.

BRASIL, decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, **Código de águas**. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em: 14 nov. 2016.

CBCS, Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. **Aproveitamento de fontes alternativas de água em edifícios**. Comitê temático da água, 2009.

CORSAN. **Sistema Tarifário**. Disponível em: <<http://www.corsan.com.br/sistematarifario>>. Acesso em: 15 Dez. 2017.

CNTL, Centro Nacional de Tecnologias Limpas. **Implantação de programas de produção mais limpa**, 2013. Disponível em: <<http://www.senairs.org.br/pt-br/cntl>>. Acesso em: 18 set. 2016.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: ATLAS, 2002.

PINTO, Costa Jorge Eduardo. **Rainwater harvesting systems: Implementation inside Karunya University Campos**. 2010. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59239/1/000142857.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2016.

QUELHAS, Osvaldo L. G.; SILVA, Júlio B. C., **Análise das práticas P+L em canteiros de obras: um estudo sobre o setor da construção civil**. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2015.

RAINDROPS, Group. *Aproveitamento da água da chuva*. Curitiba: ORGANIC TRADING, 2002.

RODRIGUES, Jaqueline T. M. C., ALMEIDA, Carolina S., **Produção mais limpa em uma empresa do setor de construção civil**. Produção em Foco v. 06, n.01: p. 183-198, ano 2016.

RUIZ-CUELLO, Tatiana; PESCADOR-PIEDRA, Juan C.; RAYMUNDO-NÚÑEZ, Leticia M.; PINEDA-CAMACHO, Gabriela. **Dimensionamiento de un sistema hidráulico en casa-habitación para el uso de agua residual** Revista Cubana de química. vol. 27 no.3, Santiago de Cuba, dez. 2015. Disponível em: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212015000300010&lang=pt>. Acesso em: 20 set. 2016.

SILVA, Diogo A. L., BARRA, Bruna N., MONTES, Mary L. D., YAMAGUTI, Henrique K. B., **Potencialidade de aplicação da produção mais limpa na construção civil: uma revisão teórica**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2011.

SILVA, Robson R.; VIOLIN, Ronan Y.T. **Gestão da água em canteiros de obras de construção civil**. IIIV Encontro internacional de produção científica (EPCC), 2013.

TELLES, Dirceu D'Alkmin; COSTA, Regina Helena Pacca Guimarães (Coordenadores). *Reuso da água: conceitos, teorias e práticas*. São Paulo: EDITORA BLUCHER, 2007.

ZUÑIGA, Ingrid Yadibel Cuevas; FLORES, María del Rocho Soto; LONA, Luis Rocha. ***La adopción de tecnologías limpias para la sustentabilidad: caso de dos empresas del sector de la construcción.*** In: XX CONGRESO INTERNACIONAL DE CONTADURÍA, ADMINISTRACIÓN E INFORMÁTICA, 2015, México, D.F. Disponible em: <<http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xx/docs/10.13.pdf>>. Acceso em: 20 set. 2016.

Anexo A – Tabela tarifária e preços dos serviços



COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO - CORSAN
Rua Sete de Setembro, nº 641 - 11º andar - SUCOM - Porto Alegre - RS

Circular 005/17-SUCOM/DC

Porto Alegre, 01 de setembro de 2017

Senhor Chefe,

Informamos a seguir a estrutura tarifária sintética, utilizada no faturamento da US de Santa Cruz do Sul, a partir de Setembro/2017 (emissão das contas de competência Setembro/2017).

TARIFA	CATEGORIA	ÁGUA			ESGOTO	
		PREÇO BASE	SERVIÇO BÁSICO	TARIFA MÍNIMA SEM HD.	COLETADO PREÇO m ³	TRATADO PREÇO m ³
SOCIAL	BICA PÚBLICA	2,45	9,70	34,18	1,23	1,72
	RESID. A e A1	2,06	9,70	30,32	1,03	1,45
	m ³ excedente	5,10	-	-	2,55	3,57
BÁSICA	RESIDENCIAL B	5,10	24,19	75,23	2,55	3,57
EMPRESARIAL	COMERCIAL C1	5,10	24,19	75,23	2,55	3,57
	m ³ excedente	5,80	-	-	2,91	4,06
	COMERCIAL	5,80	43,16	159,20	2,91	4,06
	PÚBLICA	5,80	86,19	202,24	2,91	4,06
	INDUSTRIAL	6,59	86,19	305,24	3,30	4,61

Observações:

O **Preço Base** do m³ de água é variável, aplicando-se a Tabela de Exponenciais em anexo.

O Valor de água é calculado de acordo com a Fórmula **PB x Cⁿ** acrescido do **Serviço Básico**.

Nas categorias **Res. A e A1** cujo consumo exceder a 10 m³, o Preço Base do m³ excedente será calculado de acordo com o Preço Base da categoria **Res. B**.

Na categoria **C1**, cujo consumo exceder a 20 m³, o Preço Base do m³ excedente será calculado de acordo com o Preço Base da categoria **Comercial**.

O **Esgoto** será cobrado de acordo com o consumo ou volume mínimo da categoria.

Fonte: CORSAN, 2017

Anexo B – Tabela de exponenciais CORSAN

TABELA DE EXPONENCIAIS						
CONSUMO (m ³)	SOCIAL	BASICA	COM	C1	IND	PUB
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
11	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
13	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
14	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
15	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
16	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
17	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
18	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
19	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
20	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
21	1,0100	1,0100	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
22	1,0200	1,0200	1,0100	1,0100	1,0000	1,0100
23	1,0300	1,0300	1,0200	1,0200	1,0100	1,0200
24	1,0400	1,0400	1,0300	1,0300	1,0100	1,0300
25	1,0500	1,0500	1,0400	1,0400	1,0100	1,0400
26	1,0600	1,0600	1,0400	1,0400	1,0100	1,0400
27	1,0700	1,0700	1,0400	1,0400	1,0100	1,0400
28	1,0800	1,0800	1,0400	1,0400	1,0100	1,0400
29	1,0800	1,0800	1,0500	1,0500	1,0200	1,0500
30	1,0900	1,0900	1,0500	1,0500	1,0300	1,0500
31	1,0900	1,0900	1,0600	1,0600	1,0300	1,0600
36	1,1000	1,1000	1,0700	1,0700	1,0400	1,0700
41	1,1000	1,1000	1,0700	1,0700	1,0500	1,0700
46	1,1100	1,1100	1,0800	1,0800	1,0600	1,0800
51	1,1100	1,1100	1,0900	1,0900	1,0700	1,0900
101	1,1300	1,1300	1,1100	1,1100	1,0900	1,1100
151	1,1287	1,1287	1,1087	1,1087	1,0894	1,1087
201	1,1275	1,1275	1,1075	1,1075	1,0888	1,1075
301	1,1250	1,1250	1,1050	1,1050	1,0877	1,1050
501	1,1200	1,1200	1,1000	1,1000	1,0855	1,1000
1001	1,1100	1,1100	1,0967	1,0967	1,0800	1,0967
2001	1,1000	1,1000	1,0900	1,0900		1,0900
9001	1,0858	1,0858	1,0858	1,0858		1,0858

Fonte: CORSAN, 2017