

CARACTERÍSTICAS DO POLICLORETO DE VINILA (PVC) E SUAS APLICAÇÕES NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Felipe Pires CHAVES¹
Gustavo de Oliveira CARDOSO²
Elton Aparecido Prado dos REIS³

RESUMO: O policloreto de vinila se destaca como um dos polímeros mais conhecidos e utilizados no mundo, em razão de suas reconhecidas vantagens técnicas e econômicas. As resinas de PVC apresentam algumas diferenças quanto às suas propriedades; por essa razão, os produtos moldados também podem apresentar características físicas variáveis. O PVC é um plástico derivado de sal e petróleo e possui uma gama de aplicações que envolvem uma série de produtos, desde embalagens até fios e cabos, mangueiras, perfis de janelas e laminados. Assim, a construção civil ganha grande oportunidade em utilizar esse produto em substituição de vários materiais, principalmente os metais. Para a realização deste trabalho foram realizadas pesquisas sobre o material a respeito de suas características, aditivos para determinados usos, aplicações no dia a dia e aplicações na construção civil, como tubos e conexões, instalações hidráulicas e elétricas, pisos, forros, entre outros.

Palavras-chave: Policloreto de vinila. Construção civil. Aditivos. Aplicações. Polímero.

1 INTRODUÇÃO

A palavra polímero teve origem no grego “poli” (muitos) e “mero” (unidade de repetição), portanto, um polímero é uma macromolécula composta por diversas unidades de repetição denominadas meros, ligados por ligação covalente. Sua matéria-prima é o monômero, ou seja, uma molécula com uma unidade de repetição. Os polímeros são classificados em termoplásticos, termorrígidos e elastômeros, dependendo do tipo de monômero (estrutura química), do número

¹ Discente do 2º ano do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. felipepireschaves@gmail.com Bolsista do Programa de Iniciação Científica Toledo.

² Discente do 2º ano do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. gost-cardoso12@hotmail.com

³ Docente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. Doutor em Ciência e Tecnologia de Materiais do programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Materiais (POSMAT) da Universidade Estadual Paulista. elton.reis@toledoprudente.edu.br Orientador do trabalho.

médio de meros por cadeia e do tipo de ligação covalente (CANEVAROLO apud HIPOLITO et al, 2013).

Termoplásticos são os popularmente conhecidos como plásticos, constituindo a maior parte do comércio de polímeros. São materiais que podem ser amolecidos sob a ação de calor, e após resfriamento, recuperam a natureza sólida, podendo ser repetido o processo. Em relação a sua estrutura molecular, podem ser parcialmente cristalinos ou totalmente amorfos (CARAM).

Os termorrígidos são rígidos e frágeis, não amolecendo com pequenas variações de temperatura, possuindo estrutura completamente amorfa. Os elastômeros quando submetidos a tensão, se deformam, mas voltam ao estado inicial quando a tensão é removida, possuindo baixo índice de cristalinidade (CARAM).

Os polímeros estão presentes na história humana desde de sua antiguidade, quando egípcios e romanos se utilizavam de materiais resinosos e graxas refinadas para carimbos, colas e vedações. Espanhóis e portugueses, no século XVI, tiveram o primeiro contato com um tipo de produto extraído da seringueira. Este apresentava características de alta elasticidade e flexibilidade, desconhecidas até então, recebendo o nome de borracha, primeiro polímero a ser descoberto. Porém, sua utilização foi bastante restrita até que, em 1839, Charles Goodyear, descobriu a vulcanização (adição de enxofre sob aquecimento), que conferia a borracha características de elasticidade, não-pegajosidade e durabilidade (CANEVAROLO apud HIPOLITO et al, 2013).

Leo Baekeland, em 1912, produziu o primeiro polímero sintético, através de uma reação entre fenol e formaldeído, produto conhecido como baquelite. Foi a partir da Segunda Guerra Mundial, que os polímeros sintéticos começaram a ser produzidos de maneira barata, e suas propriedades puderam ser administradas em um nível em que muitas delas foram superiores às suas características naturais (CALLISTER apud HIPOLITO et al, 2013).

O PVC (policloreto de vinila) é o segundo termoplástico mais consumido em todo o mundo, com uma demanda mundial de resina superior a 35 milhões de toneladas, de acordo com dados do ano de 2005. O desenvolvimento dessas resinas, teve início em 1835, quando Justus von Liebig descobriu o MVC, monômero cloreto de vinila, que era um gás à temperatura ambiente. Em 1872, ocorre o primeiro registro da polimerização do MVC e consequente obtenção do

PVC, por meio da ação da luz solar sobre o monômero gerando um sólido branco. Contudo, sua produção comercial foi descoberta apenas em 1912, por Fritz Klatte, por intermédio da nomeada rota do acetileno, pela reação desse gás com o cloreto de hidrogênio. Por fim, em 1926, Waldo Semon descobriu que a mistura do PVC com tricresil fosfato ou dibutilftalato (plastificantes), permitia processá-lo e torná-lo altamente flexível, com aspecto borrachoso. Após essa descoberta, Semon inventou o primeiro elastômero termoplástico, extremamente importante para o recobrimento de fios e cabos elétricos (JUNIOR et al, 2006).

A produção comercial do PVC teve início nos Estados Unidos, na década de 20. Com a expansão deste conhecimento, os alemães produziram-no em seu território na década de 30, enquanto os britânicos, apenas nos anos 40. No Brasil, o início dessa produção comercial ocorreu em 1954 (JUNIOR et al, 2006).

O presente trabalho tem por objetivo a explanação das características do policloreto de vinila, abordando alguns dos possíveis aditivos utilizados no material e suas aplicações, especialmente na construção civil.

2 DESENVOLVIMENTO

PVC, sigla inglesa de “*Polyvinyl chloride*” que em português significa policloreto de vinila (ou policloreto de vinil), um plástico também conhecido como vinil⁴.

O policloreto de vinila é obtido através de uma combinação de etileno e cloro. É um produto classificado como versátil devido à possibilidade de se acrescentar determinados aditivos (plastificantes, estabilizantes, lubrificantes, pigmentos, espumantes etc.) que são incorporados antes da transformação no produto final. A escolha de aditivos atóxicos permite a fabricação de brinquedos e produtos da indústria farmacêutica como, por exemplo, mangueiras para sorologia e bolsas de sangue.

O PVC é amplamente aplicado em setores da construção civil (canos, conexões, fios etc.), materiais de embalagens (filmes protetores de alimentos,

⁴ Disponível em: <http://www.significados.com.br/pvc/>

frascos para usos diversos, garrafas de água mineral, materiais de higiene e limpeza etc.), como também na indústria de calçados.

2.1 Características do policloreto de vinila

O policloreto de vinila é um material sólido, porém leve, apresentando uma densidade de $1,4 \text{ g/cm}^3$ e que tem diversas características, como: alta resistência à ação de fungos, bactérias, insetos e roedores; resistente à maioria dos reagentes químicos e resistente a choques e quedas, não causando grandes deformações. (BEGALLI; GABRIELLA, 2012).

É um produto com baixo consumo de energia em sua fabricação devido aos principais componentes utilizados como o cloro, que é obtido a partir de eletrólise e o petróleo que não corresponde a 0,25% do petróleo bruto extraído no mundo. O processo de extração em metanol se deve ao extrator tipo *Soxhlet* e um sistema de condensação do metanol, medindo assim o percentual de material extraído (JUNIOR et al, 2006).

Por ser um material leve, devido a sua densidade, sua aplicação se dá em: materiais de construção civil, utensílios domésticos, produtos médico-hospitalares, entre outros; é um bom isolante térmico, acústico e elétrico (propriedades dielétricas), por isso muitas vezes utilizado como revestimento de fios e cabos elétricos; impermeável a gases e líquidos, por isso é utilizado em caixas d'água, embalagens. (BEGALLI; GABRIELLA, 2012).

É versátil e ambientalmente correto, ou seja, não agride a natureza; é reciclado e reciclável, podendo ser por métodos mecânicos (aproveitamento do material descartado para fabricação de novos), químicos (conversão do resíduo de PVC em matérias-primas petroquímicas básicas) e energéticos (conversão de energia química em calorífica ou eletricidade), e apresenta baixa toxicidade (BEGALLI; GABRIELLA, 2012).

Apresenta-se como material durável, sendo muito utilizado em construções por sua vida útil. É um material inodoro e incolor, porém na maioria dos produtos apresenta a cor branca, principalmente na área da construção civil (BEGALLI; GABRIELLA, 2012).

Outras características relacionadas são pela distribuição de tamanho das partículas, através da granulometria, onde é realizado o peneiramento da resina em malhas previamente selecionadas, consistindo em partículas com diâmetro normalmente na faixa de 50 a 200 μm e com estrutura interna bastante complexa (JUNIOR et al, 2006).

Em relação à densidade aparente, por ser um material com um volume maior do que sua massa pelo melhor aproveitamento dos espaços vazios, se torna um material de baixa densidade. Sua capacidade de escoamento (fluxo seco) se dá diretamente pelas características, forma e rugosidade das partículas, podendo então variar de um material para outro (JUNIOR et al, 2006).

Já a porosidade, definida pela razão entre o volume de vazios e o volume total desse meio, é proporcional a facilidade de remoção de seu monômero (MVC), portanto, quanto maior porosidade, maior a facilidade da remoção do MVC não reagido em uma etapa posterior (JUNIOR et al, 2006).

O PVC pode possuir Géis ou Fish-Eyes, que são partículas duras que não se plastificam quando submetidas a condições específicas de processamento. A presença dessas partículas é indesejada, pois a imperfeição resultante no produto servirá como ponto de falha em testes de medição da eficácia do isolamento elétrico. Depende diretamente das condições de polimerização por serem responsáveis pela geração de partículas com determinada porosidade (JUNIOR et al, 2006).

Existem várias formas de contaminação de resinas de PVC durante suas fases, como a produção, transporte, mistura e processamento (contaminação por resíduos no reator, pelo arraste de partículas nos sistemas de transporte ou até mesmo nos silos de armazenamento). A avaliação da presença de contaminantes é dada por meio do exame visual através de microscópios ópticos com a contagem das partículas escuras ou de natureza metálica, ou ainda por meio da preparação de uma lâmina de composto da resina a ser analisada e seu posterior exame visual. Vale ressaltar que o MVC residual é um material definitivamente cancerígeno (monômero cloreto de vinila não reagido), recuperado em uma primeira etapa após a polimerização e, posteriormente, eliminado de maneira forçada por meio de *stripping* ou aquecimento com vapor da lama de PVC. Deve-se tomar cuidado também em relação ao pH do látex, de grande importância, pois em determinadas faixas de pH o produto apresenta sua estabilidade comprometida, ou seja, fica sujeito a coagulação (JUNIOR et al, 2006).

Um fator importante do PVC é seu teor volátil, que no seu caso, consiste basicamente em umidade, porém, devem ser controlados de acordo com a norma ASTM D-3030, pois podem causar problemas caso sejam excessivamente altos (manipulação da resina, empacotamento, dificuldade de escoamento), e ainda provocar porosidade no produto final ou mesmo acabamento superficial deficiente ou excessivamente baixos (formação de cargas estáticas na resina, inconvenientes na manipulação) (JUNIOR et al, 2006).

2.2 Aditivos

A partir do processo de obtenção do PVC, este apresenta características iniciais, e de acordo com sua futura aplicação são necessárias propriedades específicas, tais como rigidez ou flexibilidade, transparência ou opacidade, ou ainda, apresentar resistência à exposição ao intemperismo, e estas são atingidas pela incorporação de aditivos, podendo ser substâncias, compostos ou produtos químicos variados (JUNIOR et al, 2006).

TABELA 1 - Aditivos e seus efeitos na formulação do policloreto de vinila.

Aditivos	Efeito na formulação
Agentes de expansão	Formação de estrutura celular, com conseqüente redução de densidade
Cargas	Redução de custos e alteração das propriedades térmicas
Estabilizantes	Inibição das reações de degradação por calor, luz e agentes oxidantes
Pigmentos	Modificação da aparência
Plastificantes	Modificação da dureza e da flexibilidade

Fonte: JUNIOR et al, 2006

A versatilidade do PVC deve-se basicamente à necessidade e à capacidade de incorporação de aditivos antes de sua aplicação. Sendo o seu produto final dependente da resina e dos aditivos escolhidos (JUNIOR et al, 2006).

De acordo com a formulação e processamento do policloreto de vinila, seus compostos são classificados em rígidos ou flexíveis (plastificados). O PVC

rígido apresenta um nível reduzido de aditivos, geralmente plastificantes ou lubrificantes. Por sua vez, o PVC flexível é caracterizado pela grande quantidade de componentes plastificantes, destinando-se a aplicações de baixa dureza ou quando sua flexibilidade se faz necessária (TOMÁS, 2009).

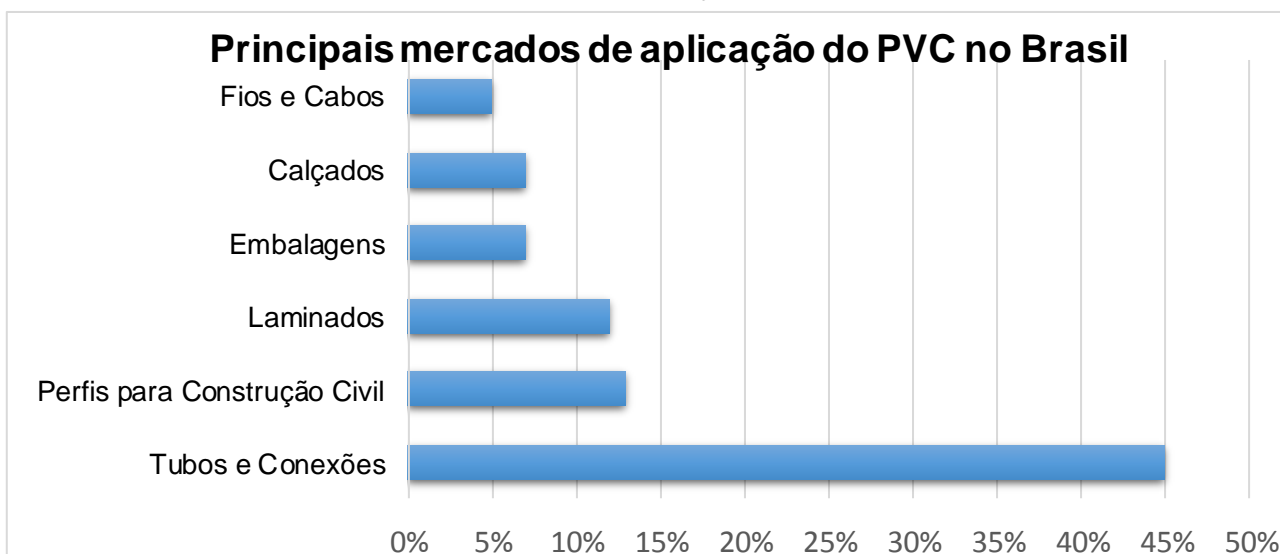
2.3 Aplicações

Como já dito, o PVC é o segundo termoplástico mais consumido no mundo, com uma demanda mundial de resina maior que 35 milhões toneladas no ano de 2005, e com capacidade mundial de produção de aproximadamente 36 milhões de toneladas por ano (JUNIOR et al, 2006).

Da demanda total, o Brasil é responsável por 2%, demonstrando um crescimento em potencial dessa resina, já que o consumo per capita de 4,0 kg/hab/ano, ainda é inferior à média mundial, de 4,6 kg/hab/ano (JUNIOR et al, 2006).

Por sua versatilidade, o policloreto de vinila apresenta uma ampla gama de características, variando do rígido ao muito flexível, nas mais diversas aplicações. Os principais mercados do PVC no Brasil estão indicados no gráfico 1, a seguir.

GRÁFICO 1 - Principais mercados de aplicação do PVC.



Fonte: JUNIOR et al, 2006

As aplicações ligadas à construção civil e tubos e conexões serão abordados com maior profundidade no tópico a seguir. No segmento de laminados, o polímero trabalhado permite o desenvolvimento de geomembranas, utilizadas em piscinas e lonas, para a proteção do solo (JUNIOR et al, 2006).

No mercado de calçados, o policloreto de vinila se mostra muito utilizado para a confecção de solados, e no mercado de embalagens está presente em filmes esticáveis e em frascos (JUNIOR et al, 2006).

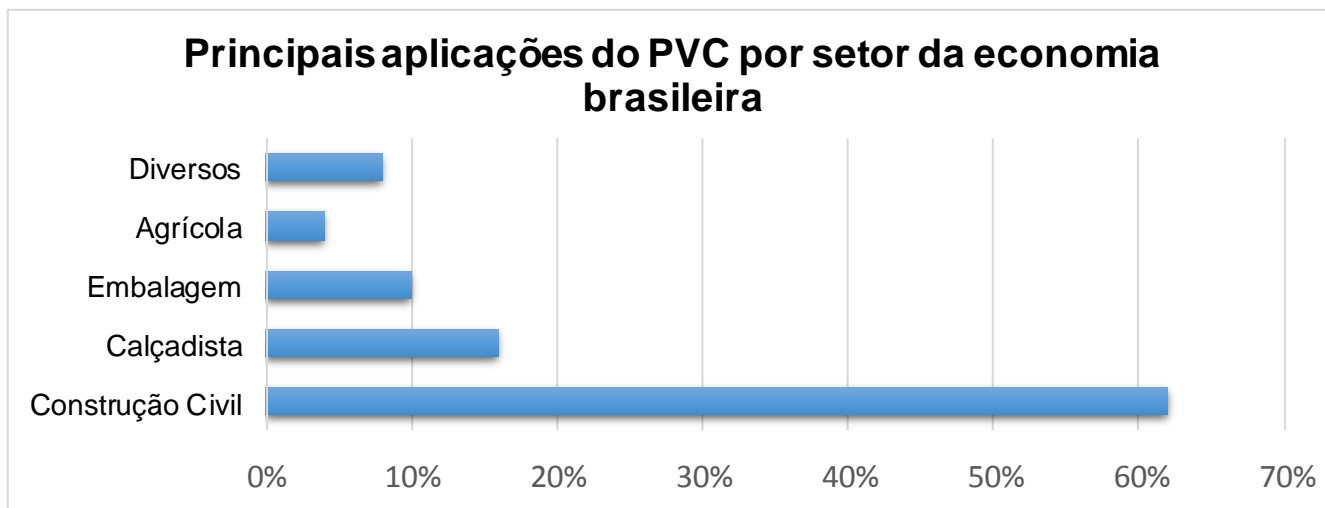
2.4 O PVC na construção civil

As propriedades do PVC o tornam um material apropriado para aplicações de longa durabilidade, sendo de suma importância no setor da construção civil. É de grande facilidade encontrar produtos de policloreto de vinila com tempo de vida útil de, no mínimo 50 anos, chegando aos 100 em muitos casos (CARLOS).

As aplicações diretamente ligadas à Construção Civil (tubos e conexões, perfis e fios e cabos principalmente) são 62% da demanda total de PVC no território nacional. Nessas aplicações este material apresenta excelente relação custo-benefício se confrontado com a de materiais concorrentes como a madeira,

metais e cerâmicas, além de apresentar vantagens facilmente perceptíveis em quesitos como comportamento anti-chamas, resistência química, isolamento térmico e acústico, facilidade de instalação, baixa necessidade de manutenção e excelente acabamento e estética, dentre outras (JUNIOR et al, 2006).

GRÁFICO 2 - Aplicações do policloreto de vinila na economia brasileira



Fonte: JUNIOR et al, 2006.

Diante de sua propriedade anti-chama, o material se constituiu numa opção essencial nos revestimentos e isolamento de fios e cabos elétricos. Esse mercado representa mais de 9% do consumo europeu de PVC e cerca de 6% do mercado do produto no Brasil (CARLOS).

Outra aplicação viável é o recobrimento externo de residências e edifícios, por apresentar baixa manutenção e longo tempo de vida. Já os forros de PVC são leves, fáceis de instalar, resistentes à água, de baixa manutenção e de custo acessível (HIPOLITO et al, 2013).

Em relação as calhas, existe uma série de vantagens como força, flexibilidade, baixo custo, durabilidade, adaptabilidade e facilidade de instalação. Em comparação às de alumínio curvado (metal) a instalação será mais cara e não terá tanta força e durabilidade (HIPOLITO et al, 2013).

Nas instalações elétricas, o PVC é aplicado na produção de todos os componentes elétricos permitindo um bom isolamento e minimizando os efeitos de curto circuito originados dos fios descascados (HIPOLITO et al, 2013).

No caso das telhas plásticas, as utilizadas atualmente são as telhas de PVC rígido, fibra de vidro e polipropileno. As de PVC podem ser utilizadas em

edificações residenciais, comerciais e industriais, mas são especialmente indicadas para locais onde se deseja a passagem de luz natural, diminuindo assim a necessidade de luz artificial, durante o período diurno. Essa aplicação é possível graças às propriedades do PVC de apresentarem-se translúcidos ou opacos, com grande resistência química e boa absorção acústica e térmica (HIPOLITO et al, 2013).

Dentre todas as aplicações do policloreto de vinila, as tubulações têm feito enorme sucesso em suas diferentes utilizações, sejam elas residenciais ou comerciais como drenagem, efluentes, ventilação, distribuição de água quente e fria (HIPOLITO et al, 2013).

Os sistemas de adução e distribuição de água, devido à natureza social e pelos significativos investimentos envolvidos em suas implantações, devem ser confiáveis e capazes de resistir por muito tempo à pressão a que são submetidos (SAINT-GOBAIN CANALIZAÇÃO, 2007).

As vantagens de tubulações plásticas vão desde custos reduzidos, até maior facilidade de instalações, maior leveza, ausência de ações corrosivas na presença de água e maior resistência à ataques químicos. As tubulações de PVC possuem melhores capacidades de vazão devido à baixa rugosidade e melhor resistência a abrasão quando comparadas aos metais. Essas características permitem menor resistência ao escoamento do fluido requerendo menos energia para condução do fluido entre dois pontos (ACIPLAS).

A substituição dos metais pelo policloreto de vinila se deu por apresentarem alta condutividade térmica; maior peso; menor facilidade de manuseio; maior dificuldade de execução das juntas, devido serem realizadas através de roscas ou soldas; maior resistência hidráulica ao escoamento (viscosidade), baixa flexibilidade e elasticidade, devido à sua dureza (IBDA, 2012).

3 CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta as características e utilizações do policloreto de vinila no setor da Construção Civil, bem como suas comparações com outros tipos de materiais utilizados no mesmo ramo.

Desde as primeiras aplicações de materiais poliméricos pelo homem, o elevado desenvolvimento tecnológico, associado à crescente evolução no mundo dos materiais, tem permitido um notável nível de procura, descoberta e utilização de materiais plásticos, possibilitando um vasto leque de aplicações, tornando-o um produto moderno, acessível e cada vez mais importante. Em geral, há uma grande importância social, técnica e econômica na utilização de plásticos em construções civis.

Diante dos fatos expostos neste trabalho, conclui-se que os materiais convencionais utilizados, vem sendo progressivamente substituídos por materiais poliméricos e que a demanda por este material vem crescendo juntamente com a sua utilização. O PVC tem sido bastante utilizado no setor por ser um material barato, de fácil manutenção e de fácil transporte, atendendo com maior precisão as necessidades da construção civil, tendo sua aplicação encontrada em maior escala em telhas, instalações elétricas e hidráulicas, forros e revestimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEGALLI, Gabriela; GABRIELLA, Laiza. **Policloreto de vinila (PVC) na construção civil**. 2012. 58f. Trabalho de pesquisa – UNICAMP – Campinas, 2012. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/GabrielaBegalli/trabalho-sobre-pvc>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

CARAM, Rubens. Estrutura e Propriedades dos Materiais – Materiais Poliméricos. Notas de Aula - Prof. Rubens Caram – UNICAMP. Acesso em: 05 mai. 2016.

CARLOS, Edison. Aplicação do PVC na construção civil. **Instituto do PVC**. Disponível em: <http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo_link&co_id=122>. Acesso em: 30 abr. 2016.

CENTRO UNIVERSITÁRIO “ANTONIO EUFRÁSIO DE TOLEDO”. **Normalização de apresentação de monografias e trabalhos de conclusão de curso**. 2015 – Presidente Prudente, 2015, 121p.

CHASIS, David A. Por que usar tubulações plásticas. **Aciplas**. Disponível em: <<http://www.aciplas.com.br/por-que-utilizar-plasticos.html>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

GNIPPER, Sérgio Frederico. Qual a durabilidade do encanamento de um edifício? Qual o melhor material para as tubulações hidráulicas? **IBDA**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=27&Cod=103>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

HIPOLITO, Israel da Silva; HIPOLITO, Rafael da Silva; LOPES, Gean de Almeida. **Polímeros na construção civil**. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, X, 2013, Resende. Disponível em: <<http://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/5518429.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

JUNIOR, Rodolfo Antonio; NUNES, Luciano R.; ORMANJI Wagner. **Tecnologia do PVC**. 2ª ed. São Paulo, SP: ProEditores/Braskem, 2002. Acesso em: 22 mar. 2016.

Resistência e garantia da estanqueidade nas redes de PVC pba para água. **Saint-Gobain Canalização**. Disponível em: <http://www.saint-gobain-canalizacao.com.br/ln_pvc/k_vantagens.asp>. Acesso: 28 abr. 2016.

TOMÁS, Arnaldo José Carvalho. **Polimerização de cloreto de vinilo em fase dispersa: desenvolvimento e caracterização de novos produtos e otimização do processo**. 2009. 254f. Tese de Doutorado – Universidade de Coimbra – Coimbra, 2009. Acesso em: 21 abr. 2016.