

POLÍMEROS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Israel da Silva Hipolito
sael.resende@gmail.com
AEDB

Rafael da Silva Hipolito
rafashi@hotmail.com
AEDB

Gean de Almeida Lopes
geamlopalm@gmail.com
AEDB

Resumo: Nas últimas décadas, os polímeros têm sido cada vez mais solicitados na Construção Civil, e de forma concomitante, a eficiência desses materiais está invadindo os projetos de edifícios, buscando substituir materiais considerados até então, de maior nobreza como o aço, a madeira, o barro e o concreto na execução das obras. Para ter-se idéia da importância dos polímeros (plásticos) na construção civil, estes materiais detêm seu segundo maior mercado neste setor, perdendo apenas para o de embalagens, quanto à utilização como matéria-prima. Os polímeros desempenham um papel de importância crescente na construção civil, quer quantitativa quer qualitativamente. Os materiais plásticos têm um leque vasto de aplicações, por exemplo, o revestimento de pavimentos, acabamento interior de paredes, canalizações, artigos sanitários, colas e mastiques, estores, corrimãos, acessórios de iluminação, puxadores, fechos, caixilharias ou em cofragens.

Palavras Chave: Sustentabilidade - custo e benefício - durabilidade - inovação -

1 INTRODUÇÃO

O primeiro contato do homem com materiais resinosos e graxas extraídas e/ou refinadas se deu na Antiguidade, com os egípcios e os romanos, que os usaram para carimbar, colar documentos e vedar vasilhames. No século XVI, espanhóis e portugueses tiveram o primeiro contato com o produto extraído da seringueira. Esse extrato, produto da coagulação e secagem do látex, apresentava características de alta elasticidade e flexibilidade desconhecidas até então que recebeu o nome de borracha pela sua capacidade de apagar marcas de lápis. Sua utilização foi bastante restrita até a descoberta da vulcanização por Charles Goodyear, em 1839 que confere à borracha as características de elasticidade, não-pegajosidade e durabilidade. Em 1846, Christian Schönbien, químico alemão, tratou o algodão com ácido nítrico, dando origem à nitrocelulose, primeiro polímero semi-sintético. Em 1862, o inglês Alexander Parker dominou completamente essa técnica, patenteando a nitrocelulose (ainda é comum a cera Parquetina, nome derivado de Parker). Em 1897, Krishe e Spittler, na Alemanha, conseguiram um produto endurecido por meio da reação de formaldeído e caseína, uma proteína constituinte do leite desnatado (Canevarolo, 2002).

No início do século XX, ficou provado que alguns materiais, produzidos pela Química incipiente do final do século e que até então eram considerados como colóides, consistiam na verdade de moléculas gigantescas, que podiam resultar do encadeamento de 10.000 ou mais átomos de carbono. Quando suas estruturas químicas não apresentavam unidades estruturais regularmente repetidas, essas moléculas foram chamadas macromoléculas. Os memoráveis trabalhos de Staudinger, considerado pai dos polímeros, corroborados pelas investigações de outros pesquisadores, como Mark e Marvel, comprovaram que a natureza dessas macromoléculas era semelhante à das moléculas pequenas, já conhecidas, e possibilitaram o desenvolvimento dos materiais poliméricos de modo muito acentuado (Mano, 2000).

O primeiro polímero sintético foi produzido por Leo Baekeland em 1912, obtido pela reação entre fenol e formaldeído. Essa reação produzia um produto sólido (resina fenólica), hoje conhecido por baquelite, termo derivado do nome de seu inventor (Canevarolo, 2002). Muitos dos plásticos, borrachas e materiais fibrosos que nos são úteis nos dias de hoje consistem em polímeros sintéticos. De fato, desde o fim da Segunda Guerra Mundial, o campo dos materiais foi virtualmente revolucionado pelo advento dos polímeros sintéticos. Os materiais sintéticos podem ser produzidos de maneira barata, e as suas propriedades podem ser administradas num nível em que muitas delas são superiores às suas contrapartes naturais (Callister, 2002).

A palavra polímero origina-se do grego poli (muitos) e mero (unidade de repetição). Assim, um polímero é uma macromolécula composta por muitas (dezenas de milhares) de unidades de repetição denominadas meros, ligados por ligação covalente. A matéria-prima para a produção de um polímero é o monômero, isto é, uma molécula com uma (mono) unidade de repetição (Canevarolo, 2002).

Dependendo do tipo de monômero (estrutura química), do número médio de meros por cadeia e do tipo de ligação covalente, poderemos dividir os polímeros em três grandes classes: Plásticos, Borrachas (ou Elastômeros) e Fibras (Canevarolo, 2002). Uma classificação mais abrangente cita ainda os Revestimentos, os Adesivos, as Espumas e as Películas (Callister 2002). Muitos polímeros são variações e/ou desenvolvimentos sobre moléculas já conhecidas podendo ser divididos em quatro diferentes classificações (Canevarolo, 2002):

- Quanto à estrutura química;
- Quanto ao método de preparação;
- Quanto ao comportamento mecânico;
- Quanto ao desempenho mecânico.

2 PROPRIEDADES DOS POLÍMEROS

A palavra polímero origina-se do grego poli (muitos) e mero (unidade de repetição). Assim, um polímero é uma macromolécula composta por muitas (dezenas de milhares) de unidades de repetição denominadas meros, ligados por ligação covalente. A matéria-prima para a produção de um polímero é o monômero, isto é, uma molécula com uma (mono) unidade de repetição (Canevarolo, 2002).

Dependendo do tipo de monômero (estrutura química), do número médio de meros por cadeia e do tipo de ligação covalente, poderemos dividir os polímeros em três grandes classes: Plásticos, Borrachas (ou Elastômeros) e Fibras (Canevarolo, 2002). Uma classificação mais abrangente cita ainda os Revestimentos, os Adesivos, as Espumas e as Películas (Callister 2002). Muitos polímeros são variações e/ou desenvolvimentos sobre moléculas já conhecidas podendo ser divididos em quatro diferentes classificações (Canevarolo, 2002):

- Quanto à estrutura química;
- Quanto ao método de preparação;
- Quanto ao comportamento mecânico;
- Quanto ao desempenho mecânico.

2.1 PROPRIEDADES MECÂNICAS

As propriedades mecânicas dos polímeros são especificadas através de muitos dos mesmos parâmetros usados para os metais, isto é, o módulo de elasticidade, o limite de resistência à tração e as resistências ao impacto e à fadiga, sendo que para muitos polímeros, utiliza-se de gráficos tensão- deformação para a caracterização de alguns destes parâmetros mecânicos. Os comportamentos típicos tensão-deformação dos polímeros são mostrados na figura 3. A curva A ilustra o comportamento de polímeros frágeis, que apresentam ruptura no trecho elástico. A curva B apresenta comportamento semelhante a aquele encontrado em materiais metálicos e caracteriza o trecho inicial elástico, seguido por escoamento (limite de escoamento σ_1) e por uma região de deformação plástica até a ruptura à tração (limite de resistência à tração LRT) que pode obter valores maiores ou menores que o limite de escoamento. A curva C é totalmente elástica, típica da borracha (grandes deformações recuperáveis mesmo sob pequenos níveis de tensão) e é característica da classe dos **Elastômeros** (Callister, 2002).

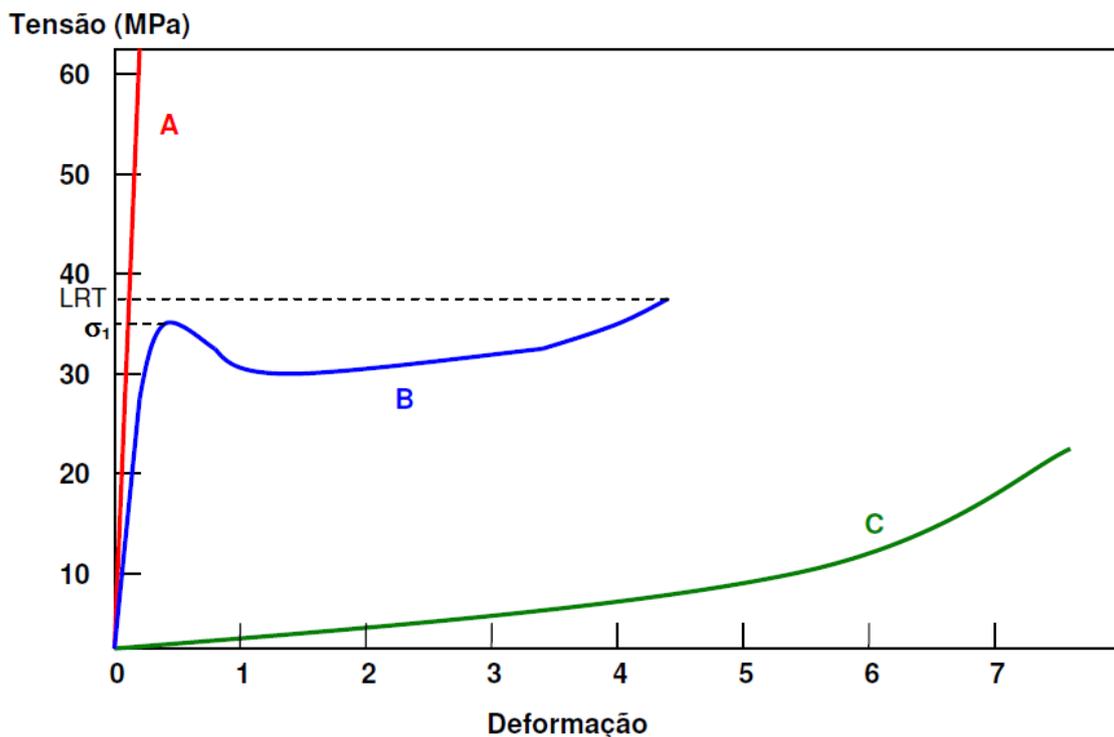


Figura 1 - Comportamento tensão-deformação para polímeros (Callister, 2002).

Apesar do comportamento mecânico parecido, os polímeros podem ser, em alguns aspectos, mecanicamente diferentes dos metais, como por exemplo, em relação ao módulo de elasticidade, limite de resistência à tração e alongamento, sendo que as diferenças encontram-se expressas na tabela 3 a seguir (Callister, 2002).

Tabela 1 - Comportamento mecânico Metais x Polímeros.

Propriedade	Metais	Polímeros
Módulo de Elasticidade	7Mpa a 4 GPa	48 a 410 GPa
Limite de resistência à tração	100 Mpa	4,1 GPa
Alongamento	100%	1000%

2.2 PROPRIEDADES TÉRMICAS

Além das propriedades térmicas que caracterizam os polímeros como termoplásticos ou termofixos e das transições térmicas dos polímeros, pontos importantíssimos na escolha dos materiais adequados para a aplicação como materiais de engenharia, citados nos itens anteriores, destacam-se a baixa condutividade térmica e altos coeficientes de dilatação térmica linear quando comparados a materiais não poliméricos, quatro a cinco vezes maiores, da ordem de 0,2 a $2,3 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (Mano, 2000).

2.3 PROPRIEDADES ÓTICAS

A principal propriedade ótica a ser considerada neste trabalho é a transparência, apresentada por polímeros amorfos ou com muito baixo grau de cristalinidade, quantitativamente expressa pela transmitância (razão entre a quantidade de luz que atravessa o meio e a quantidade de luz que incide perpendicularmente à superfície, podendo alcançar até 92% nos plásticos comuns). Materiais poliméricos muito cristalinos tornam-se translúcidos ou semitransparentes, ou mesmo opacos.

2.4 RESISTÊNCIA A INTEMPÉRIES E AÇÕES QUÍMICAS

As características mecânicas dos polímeros são muito sensíveis à natureza química do ambiente, ou seja, na presença de água, oxigênio, solventes orgânicos, etc. (Callister, 2002). Dentre as propriedades químicas mais importantes estão a resistência à oxidação, ao calor, às radiações ultra-violeta, à água, a ácidos e bases, a solventes e reagentes (Mano, 2000), conforme descrito a seguir:

Oxidação: Resistência aumenta em macromoléculas apenas com ligações simples entre átomos de carbono. Ex: PE, PP. Resistência é menor particularmente em borrachas rompendo as cadeias e na presença de ozônio. Ex: devido a centelhas elétricas nas imediações de tomadas se forma ozônio.

Calor: Resistência é maior abaixo da temperatura de transição vítrea. Resistência é menor frequentemente com a presença de oxigênio pela ruptura das ligações covalentes dos átomos nas cadeias macromoleculares. Ex: PVC.

Raios Ultra-Violeta: Resistência é menor em macromoléculas com dupla ligação entre átomos de carbono. Ex: Fissuras e rachaduras com a fragmentação do PP ou LDPE, expostos à luz do sol.

Umidade: Polímeros que absorvem água sofrem alteração de volume, podendo aumentar o peso do material. Resinas fenólicas, por exemplo, no caso de cura incompleta dos laminados, incham, mudam de tamanho e sofrem **delaminação**.

Ácidos: O contato com ácidos em geral, em meio aquoso, pode causar a parcial destruição das moléculas poliméricas. Ex: Resinas melamínicas e produtos celulósicos sofrem alteração em meio ácido mesmo diluído.

Bases: Soluções alcalinas, usualmente aquosas, em maior ou menor concentração, são bastante agressivas a polímeros cuja estrutura apresente certos agrupamentos como carboxila, hidroxila, fenólica e éster. Ex: Resinas fenólicas e epoxídicas.

Solventes e Reagentes: Quando as moléculas do solvente são mais afins com as do polímero do que com elas próprias, podem penetrar entre as cadeias macromoleculares, gerando interações físico-químicas. Forças inter-moleculares como pontes de hidrogênio, ligações dipolo-dipolo ou mesmo forças de Van der Waals, permitem a dispersão, a nível molecular, dos polímeros, isto é, sua dispersão.

3 PRINCIPAIS APLICAÇÕES DOS POLÍMEROS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS

A qualidade das instalações hidráulicas prediais, no seu conceito mais amplo, é fundamental para a qualidade da edificação como um todo. O usuário final deseja que a instalação hidráulica predial possa suprir as suas necessidades com baixo custo, durabilidade, manutenção fácil e barata. Por outro lado, o construtor ou o empreendedor de uma edificação deve procurar componentes e sistemas com qualidade, baixo custo, facilidade de execução e também de manutenção. (Manual OPP/TRIKEM, 1998, p. 08).

Os polímeros podem ser usados para instalações prediais de água, esgoto sanitário e captação e condução de águas pluviais.

Em instalações hidráulicas prediais de água, há uma utilização cada vez maior dos seus componentes produzidos em polímeros. No caso do PVC (poli cloreto de vinila), segundo o manual TRIKEM (1988), é utilizado basicamente para a condução ou manuseio de água à temperatura ambiente e no caso da condução de água quente são indicadas às tubulações de

CPVC (poli cloreto de vinila clorado), semelhante ao PVC, porém com maior estabilidade em relação à água quente.

As tubulações baseadas em PVC são indicadas para aplicações em edificações residenciais, comerciais e industriais.

Segundo ACETOZE (1996), e VANDERGORIN (1987) as características dos componentes, em PVC, são que estes possuem juntas estanques (soldadas ou rosqueadas), tem menor custo de material e de mão-de-obra em relação aos materiais tradicionalmente utilizados, são resistentes à corrosão, a lisura das paredes internas resulta em maior velocidade do fluxo e menos formação de depósito, não são condutores de eletricidade, coeficiente de expansão térmica muito maior que outros matérias, são praticamente imunes ao ataque de bactérias e fungos, possuem densidade menor que materiais tradicionais como cerâmica e ferro galvanizado.

3.2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Dentre os componentes elétricos, podem ser citados os eletrodutos para a passagem de fios e cabos, internamente às paredes das construções; perfis para instalações elétricas aparentes; fios e cabos com isolamento; e componentes terminais da instalação (caixas, espelhos, tomadas, interruptores e outros). Estes componentes elétricos são bastante difundidos por permitir um bom isolamento elétrico e por minimizar os efeitos de curto circuito originados dos fios descascados. Há ainda, os dutos e subdutos responsáveis pela passagem de calor.

Os polímeros mais largamente empregados para confecção destes materiais são: PVC (poli cloreto de vinila), PS (poliestireno), PE (polietileno), PP (polipropileno), PPO (polióxifenileno) e o PCTFE (politrifluorcloroetileno). O PVC é o único polímero aplicado na produção de todos os componentes elétricos; enquanto que o OS é aplicado com maior constância em cabos elétricos; o PE e PP em isolamento de cabos elétricos; o PPO em relés e interruptores e o PCTFE em diversos componentes para equipamentos elétricos.

Os fios são filamentos formados por um condutor e os cabos, formados por vários condutores. No caso destes componentes em PVC, podem ser utilizados em instalações elétricas, telefônicas, antenas de televisão e FM, localizados em edificações residenciais, comerciais e industriais e subestações transformadoras.

Os eletrodutos poliméricos são destinados ao alojamento e proteção dos fios elétricos e podem ser rígidos ou flexíveis e possuem em comum a elevada resistência à compressão, o que permite que sejam embutidos em lajes, paredes e pisos.

Os dutos e subdutos de PVC são utilizados em instalações subterrâneas de redes elétricas e de telefonia, ou seja, têm a função de proteger cabos e fibras óticas. Conforme já mencionado existem ainda outros componentes como os relés e interruptores normalmente confeccionados em PPO.

Dentre as características dos polímeros empregados na confecção dos diferentes materiais apresentados podemos destacar segundo ACETOZE (1996) que são auto-extinguíveis, ou seja, se não houver presença de chama externa, o fogo se apaga naturalmente, em alguns casos o PVC pode ser tratado com aditivos resistentes a ação da luz solar para instalações de fiação externa, não sofrem corrosão e são imunes às composições das argamassas e concretos no caso dos eletrodutos, possuem baixa densidade, são bons isolantes elétricos, acompanham as acomodações do solo no caso dos dutos e subdutos.

3.3 FECHAMENTO DE FACHADAS – ESQUADRIAS E PORTAS

Os perfis de esquadrias de PVC foram lançados na Alemanha entre 1955 e 1960 e atualmente representam uma parcela significativa das esquadrias vendidas nos mercados europeu e americano.

As primeiras tentativas de produção e comercialização de esquadrias sintéticas, no Brasil, datam de meados da década de setenta quando ainda se importava o PVC, e a partir de 1979 inicia-se no Brasil a produção, em maior escala, das esquadrias de PVC, basicamente com tecnologia alemã e austríaca.

Atualmente o PVC domina 50% do mercado de esquadrias da Europa e supera os 30% nos EUA, sendo que no Brasil permanece estacionado na casa dos 5%. Segundo os fabricantes de esquadria de PVC a construção, em geral, vai demorar mais alguns anos até assimilar os benefícios desta tecnologia por dois motivos básicos: excesso de tradicionalismo e desconhecimento quanto à redução no consumo de energia elétrica, proporcionado pelo uso do PVC.

A janela é um componente construtivo que pode ser discutido sob diversos pontos de vista, ou seja, para o arquiteto e projetista ela representa um elemento que corta a fachada, interrompe sistemas de divisórias ou tetos e requer detalhamento especial de suas interfaces em conjunto com estes sistemas. Na opinião do construtor, a janela é um elemento onde o funcionamento de vários materiais e componentes devem estar em harmonia, ou então, na opinião do usuário, a janela traz luz natural, ar fresco e uma vista do exterior. Em suma, independente de qualquer ponto de vista, a janela é um componente de fachada que filtra as

condições externas para as internas e, ainda tem possibilidades de ser operável e oferecer certo grau de transparência à luz natural.

Os parâmetros básicos para o comportamento das janelas são o bom desempenho durante o uso e a durabilidade ao longo do tempo. Estes fatores devem ser garantidos por um sistemático controle de qualidade, iniciado ainda na fase do projeto através da tipologia e do material que constituem a janela.

A implantação de janelas de PVC no projeto e construção de edifícios tem sido realizada obedecendo a certas exigências da qualidade como segurança, habitabilidade, durabilidade e qualidade dos dispositivos complementares. Ao se comparar o custo de esquadrias fabricadas com materiais distintos, no caso o PVC e o alumínio, deve-se considerar determinados aspectos como o desempenho da esquadria; se a esquadria é fornecida com vidro e persiana; o custo de instalação da esquadria e do vidro, entre outros aspectos.

A fabricação das portas de PVC baseia-se na mesma formulação utilizada para a fabricação de janelas em PVC rígido. Atualmente a porta sanfonada em PVC rígido é um produto bem sucedido devido à sua facilidade de limpeza, instalação e funcionamento, cujas funções são dividir e decorar os ambientes. Quando recolhidas ocupam pouco espaço e podem ser instaladas em paredes que já receberam acabamento.

Ainda podemos citar as persianas e venezianas que são perfis que formam um sistema par escurecimento, proteção e resguardo dos ambientes que possuem caixilhos. As persianas são constituídas de cortinas rígidas ou semi-rígidas de PVC, que podem ser recolhidas. As venezianas são elementos fixados em perfis de janelas ou porta-balcão, fazendo parte integrante do caixilho. É muito comum mesclar o uso de PVC com outros materiais nas venezianas como o alumínio.

3.4 FECHAMENTO DE COBERTURAS – TELHAS

As telhas plásticas utilizadas atualmente, são as telhas de PVC rígido, aplicadas em combinação com outros tipos de telhas; além das telhas de policarbonato, fibra de vidro e plipropileno, fabricadas no Brasil.

No caso das telhas 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 só é possível graças às propriedades do PVC neste caso de apresentarem-se translúcidos ou opacos, com grande resistência química e apresentarem boa absorção acústica e térmica.

As telhas de fibra de vidro, também chamadas de *fiberglass* ou *vitrofibra*, e com sigla GRP ou RP, é na verdade um material que combina fibras de vidro e resina, ou seja, as fibras de vidro reforçam um laminado de poliéster conferindo-lhe ótimas propriedades. As características das telhas de fibra de vidro são baixo peso, permitindo fácil manuseio na aplicação e economia no transporte; alta resistência mecânica; boa resistência química; menor custo de acabamento; boa resistência a fortes intempéries, dispensa manutenções e oferece facilidade de reparos, no caso de danificação de uma estrutura. Essas telhas são caracterizadas por serem totalmente translúcidas, sendo projetadas para diversas funções como iluminação zenital, cobertura, divisão, decoração ou fechamento de ambientes.

As telhas de polipropileno (PP) fazem parte de uma nova tecnologia que está sendo produzida em coberturas a partir de polímeros, e que consiste num sistema de módulos com encaixes, formadas por agrupamentos de até seis telhas de PP, reproduzidas com o mesmo *design* de telhas tradicionais.

O acrílico (polimetacrilado de metila) apresenta grandes vantagens em suas características como a excelente transparência (transmite 90% da luz incidente), boa resistência a intempéries, mesmo sem estabilizantes, funcionamento contínuo até 75°C, não estilhaça, é brilhante e apresenta coeficiente de dilatação elevado. Entretanto o acrílico apresenta combustibilidade. Entre os grandes projetos de coberturas acrílicas podemos citar a cobertura da Expo Mundial do Canadá, e a cobertura da Estação Rodoviária de São Paulo.

O PC (policarbonato) apresenta uma séria de vantagens como ótima resistência mecânica a fluência e ao impacto (250 vezes maior que o vidro e 30 vezes maior que o acrílico) boa resistência à deformação, mesmo com altas temperaturas (até 140°C), bom isolamento elétrico, não propaga chama, e boa resistência química. Graças a estas propriedades, o PC tem ganhado destaque nos últimos anos dentro do setor de construção civil.

3.5 PISOS, REVESTIMENTOS E FORROS

Os pisos vinílicos são materiais produzidos a partir do PVC e apresentados no mercado através de placas, pisos semiflexíveis ou mantas que são adaptados para aplicação em qualquer ambiente interno como residências.

De acordo com SIMÕES E LEITE (1997), o piso vinílico é composto por resina de PVC ou de copolímeros de cloreto de vinila ou ambos, plastificantes, estabilizantes, aditivos, cargas inertes e pigmentos. No caso das mantas flexíveis pode haver a associação das mesmas a uma manta de fibra de vidro, que aumenta a estabilidade dimensional do produto. Na

categoria dos pisos semiflexíveis, há ainda ladrilhos que podem ser constituídos por fibra de amianto. Os pisos vinílicos podem apresentar as características interessantes, tais como: oferecem facilidade, economia e rapidez na sua aplicação, são versáteis, podendo ser aplicados em diferentes ambientes, resistência comprovada com relação à dureza e impacto, boa resistência a agentes químicos com bases, sais e ácidos.

Podemos ainda mencionar os papéis de parede confeccionados em PVC. As características mais importantes de um papel de parede em PVC na opinião de ACETOZE (1995) são: a capacidade de suportar a lavabilidade, a estabilidade da cor, e a instalação fácil, rápida e econômica.

Existem ainda com menos frequência às telas em vinil, confeccionadas a partir de uma base de tela de algodão recoberto com película de PVC, com espessura de 0,10 mm e gramatura de 175 g/m². São produtos de última geração e apresentam boa resistência à ação mecânica, são laváveis e mantêm-se inalterados com o passar do tempo.

O forro pode ser descrito como uma barreira utilizada no interior das edificações, entre a cobertura e os ambientes, com uma diversidade de funções como acabamento interior, isolamento térmico, absorções sonoras, delimitação espacial e ocultação de redes de instalação.

Os painéis mais utilizados são os de gesso, fibras vegetais, resinas sintéticas (principalmente PVC e acrílico), de madeira e de metal. Entre as propriedades dos polímeros utilizados na confecção de painéis para forro de teto podemos destacar a instalação mais limpa e eficiente, a facilidade de limpeza, a baixa densidade, o ótimo isolamento acústico e elétrico, e um bom desempenho térmico devido às cavidades internas que formam vazios de ar.

3.6 TINTAS E VERNIZES

Por muitos séculos as tintas foram usadas apenas por seu aspecto estético. Mais tarde quando foram introduzidas em países onde as condições climáticas eram mais severas, passaram a ser elaboradas dando importância ao aspecto proteção.

De maneira simplista podemos afirmar que as tintas são uma composição líquida, geralmente viscosa, constituída de um ou mais pigmentos dispersos em um aglomerante líquido, que ao sofrer um processo de cura, quando estendida em película fina, forma um filme opaco e aderente ao substrato. Esse filme tem a finalidade de proteger e melhorar esteticamente às superfícies. Sendo assim podemos isolar quatro componentes principais da tinta: resina, pigmento, aditivo e solvente. A homogeneização destes componentes básicos resulta em um líquido viscoso que ao ser aplicado nas superfícies atua como um sistema de



proteção, após a cura, contra o desgaste provocado por corrosão. No caso da construção, além de proteger as superfícies de paredes, muros, tetos, pisos, clarabóias, esquadrias, entre outros, contra diversas intempéries e ataques químicos, a tinta é também uma solução que envolve um acabamento bonito, durável e de baixo custo.

As tintas base aquosa para alvenaria no Brasil são produzidas em sua grande maioria com emulsões acrílicas-estirenadas. Existem as emulsões acrílicas puras, as vinilacrílicas e os PVAs (poliacetato de vinila).

Como importantes propriedades das tintas podemos citar um baixo módulo de elasticidade, uma grande resistência a intempéries, e ótima aderência ao substrato onde é aplicada.

4 SUSTENTABILIDADE DOS POLÍMEROS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Atualmente está sendo dada muita ênfase à preservação e conservação do meio ambiente como forma de garantir um desenvolvimento sustentável. Entre os diversos danos causados ao meio ambiente, um está relacionado com os resíduos plásticos. Esses resíduos em geral, levam muito tempo para sofrerem degradação espontânea e, quando queimados, produzem gases tóxicos. Os polímeros correspondem a 8% em massa do resíduo sólido urbano e 20% em volume deste mesmo universo segundo Agnelli (1996). Os tipos de polímeros mais encontrados entre os resíduos estão o poli(cloreto de vinila) (PVC), o poli(tereftalato de estireno) (PET), o polietileno de alta e baixa densidade (PEAD), o poli(propileno) (PP), e o poli(estireno) (PS).

Embora a indústria de embalagem seja a maior produtora de resíduos poliméricos encontrados dentro dos resíduos sólidos urbanos, a construção civil vem encontrando espaços para reutilização de materiais poliméricos provenientes de outras indústrias. É o caso do (PET) que depois das roupas, as garrafas usadas agora viram insumo para tintas, e até inusitado tubo para esgoto predial, além de revestimento.

Variedade de plástico mais procurado para revalorização, o PET descobre novas vocações num ritmo acelerado. Consolidado em diversos segmentos de mercado, o de vestuário inclusive, o PET reciclado avança agora na fabricação de tintas, tubos, pisos e revestimentos. Estes estudos ainda são recentes, e carentes de resultados comparativos entre materiais já consagrados no mercado e utilizados para a mesma finalidade. Entretanto, no caso da produção de tubos para esgoto predial, já existem empresas que detêm conhecimento e técnicas para fabricação deste componente a partir de (PET) reciclado, e que atendam as exigências encontradas na norma brasileira NBR 5688-99.

Outras oportunidades de reciclagem vêm sendo exploradas dentro da construção civil, como a estudada pelo professor D'Abreu da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, que pretende substituir a areia utilizada na construção civil pelo plástico triturado. Segundo o professor D'Abreu, as primeiras experiências nesse sentido são promissoras. O principal motivo para se adotar de vez a prática da reciclagem, na opinião de D'Abreu, é a causa ecológica. "O plástico, por exemplo, vem do petróleo e a areia que pretendemos substituir é tirada dos leitos dos rios. Com isso, a natureza é menos agredida", ensina.

O PVC, um dos polímeros mais utilizados dentro da construção civil, principalmente para a fabricação de tubos e conexões hidráulicos para instalações prediais, também é passível de reciclagem, embora este polímero não gere volumes grandes de resíduo. Os resíduos de PVC representam em média 0,8% do peso total do lixo domiciliar. Isso ocorre porque o PVC é mais utilizado em produtos de longa duração, como tubos e conexões, fios e cabos para a construção civil segundo o Instituto do PVC. O PVC reciclado tem diversas aplicações. É utilizado na camada central de tubos de esgoto, em reforços para calçados, juntas de dilatação para concreto, perfis, cones de sinalização, etc.

Embora seja muito importante utilizarmos materiais reciclados dentro da construção civil, um estudo de sustentabilidade do material envolve mais do que isto. Precisamos estar preocupados com a durabilidade do material, os impactos causados pela sua extração do meio ambiente, e sua industrialização. Podemos dizer que o ciclo de vida deste material é muito importante quando pretendemos compara-lo a outros materiais.

Em algumas aplicações, a utilização dos polímeros apresenta enormes vantagens a materiais mais tradicionais por sua durabilidade. Este é o caso do PVC. Segundo o Instituto do PVC este polímero apresenta ciclos de vida útil longos, que estão associados às suas aplicações.

Podem ser divididos da seguinte forma: 12% dos produtos têm vida útil de até 2 anos, como as embalagens; 24% de 2 a 15 anos, como produtos utilizados na indústria automobilística e 64% de 15 a 100 anos, como produtos da construção civil. Quando aplicado em tubos e conexões, apresenta uma vantagem em relação aos tubos de aço galvanizado, porque não são passíveis de oxidação. Como se encontram normalmente protegidos pela estrutura dos imóveis, estão livres das ações das intempéries o que prolonga suas características por muitos anos. Não podemos esquecer que o PVC, dentre todos os materiais usados na fabricação de esquadrias e portas é o único que não necessita de camada de proteção frente aos ambientes agressivos. O alumínio necessita de uma camada de anodização, a madeira precisa ser envernizada e o ferro precisa de pintura. Os sistemas de



pintura aplicados na madeira e no metal para garantir sua preservação e durabilidade são, em geral, à base de solvente, e levam para a atmosfera materiais voláteis, prejudiciais a natureza e a nossa saúde, como é o caso do xileno ou da águarraz encontrados em muitas formulações.

As tintas apresentam uma parcela de materiais poluentes em sua formulação, sendo os principais os solventes, coalescentes, plastificantes, e os biocidas, que são os materiais lixiviados para o ambiente com maior facilidade. Entretanto o polímero empregado na formação de filme das tintas não é um potencial gerador de impacto ambiental, considerando somente a aplicação do produto. Entretanto a aplicação da tinta gera um desperdício considerável nos canteiros de obra. Os valores encontrados em pesquisas são médios, porque as faixas de variação entre canteiros são muito grandes. Entretanto a conscientização da mão de obra quanto à diminuição do desperdício de materiais é muito importante para a diminuição destes valores.

Embora apresentadas diversas vantagens para utilização do polímero na construção civil, em relação à sustentabilidade do ambiente construtivo, uma preocupação deve ser a origem dos polímeros, que em sua grande maioria está no petróleo, uma fonte de matéria-prima não renovável. Esta preocupação já tem orientado algumas pesquisas, para fontes alternativas ao petróleo na geração de energia e obtenção de polímeros. Hoje em dia já existem tecnologias desenvolvidas para produção de alguns monômeros importantes como o estireno e ácido acrílico através de fontes renováveis como o álcool etílico, a sintetização do bagaço de cana e do óleo de mamona. Esta preocupação aumenta à medida que o petróleo torna-se cada vez mais escasso no mercado, as reservas mundiais diminuem, e o consumo aumenta. Entretanto o petróleo continuará sendo a principal fonte de matéria-prima para geração de polímeros por muitos anos.

5 CONCLUSÕES

Desde as primeiras aplicações de materiais poliméricos pelo homem, o avanço no campo da pesquisa e também das tecnologias de processamento dos mesmos, permitiu que os polímeros fossem empregados em diversos segmentos da indústria, aproveitando-se de suas propriedades, e adequando-as às necessidades de cada aplicação.

Na indústria da construção civil este avanço permitiu, entre outras coisas, a substituição de materiais clássicos como o vidro e a madeira, exibindo, à primeira vista, a promessa de diminuição do impacto ambiental gerado pela extração destes produtos naturais. Por outro lado, muitos polímeros são gerados a partir de outras fontes naturais, como o petróleo, que também constitui uma fonte de matéria prima não renovável, sendo que a maioria dos produtos naturais, desde que extraídos de forma sustentável, podem ser plenamente renováveis.

A possibilidade de pré-fabricação dos componentes produzidos com materiais poliméricos permite a diminuição do desperdício e geração de resíduos no canteiro. No entanto, na posição de segundo maior consumidor de materiais poliméricos no mundo, com aproximadamente 13,5% desta quantidade destinada à construção civil, não se deve desconsiderar a geração de resíduos, uma vez que não se tratam, em geral, de materiais biodegradáveis.

Mesmo assim, demonstra-se que é completamente possível a reciclagem de boa parte destes resíduos sem perda das características iniciais dos materiais poliméricos, ressaltando a possibilidade de total reaproveitamento dos mesmos, entretanto, o processo de reciclagem dos polímeros é o mais caro, pois envolve seleção do material.

Finalmente, conclui-se que os polímeros constituem uma fonte importantíssima de materiais para a solução de problemas técnicos de projeto mas sua aplicação deve ser orientada de forma sustentável, coexistindo com soluções a partir de materiais naturais de forma a permitir o equilíbrio do meio ambiente.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALLISTER Jr., William D. *Ciência e Engenharia dos Materiais – Uma Introdução*. LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A. Rio de Janeiro, 2002.

CANEVAROLO Jr., Sebastião V. *Ciência dos Polímeros – Um Texto Básico para Tecnólogos e Engenheiros*. Artliber Editora. São Paulo, 2002.

CARASCHI, José Cláudio; LEÃO, Alcides Lopes. *Avaliação das Propriedades Mecânicas dos Plásticos Reciclados Provenientes de Resíduos Sólidos Urbanos*. Botucatu, São Paulo, 2002.

CHAVES, André Luiz de Oliveira. *Os Polímeros Utilizados na Construção Civil e seu Subsídios*. EESC - Escola de Engenharia de São Carlos, Dissertação de Mestrado. São Carlos, 1998.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Disposições sobre resíduos na Construção Civil*.

HOLLAWAY, Leonard C. (Ed.). *Polymers and Polymers Composites in Construction*. London, 1990.

INSTITUTO DO PVC. *O PVC e o Meio Ambiente*. Disponível em: <http://www.institutodopvc.org/meioamb.htm>

MANO, Eloísa Biasotto. *Polímeros como Materiais de Engenharia*. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 2000.

PUC – Pontifícia Universidade Católica. *Conscientização de trabalho através da reciclagem*. Jornal da PUC, n. 90, junho, 1999.

RETO, Maria Aparecida de Sino. *O papel da reciclagem em tempos modernos*. Revista Plástico moderno. Editora QD Ltda. pg 22, n. 374, 2005.

PET abre o leque para novos usos. Revista Plástico Moderno. Editora QD Ltda. n. 372, 2004.

SAUNDERS, K. J. *Organic Polymer Chemistry*. Chapman and Hall. London, 1973.

HADDAD, Michel , SAMPAIO, Reinaldo: Polimeros – propriedades, aplicações e sustentabilidade na construção civil – disponível em <http://pcc5726.pcc.usp.br/Trabalhos%20dos%20alunos/Polimeros.pdf> , acessado em 15/06/2013