

Uma visão crítica da Influência do Movimento Ambientalista Global na Evolução das Tintas utilizadas nos Processos de Pintura Automotiva

Lenita Médici
Severino¹

Fernando Benedicto
Mainier²

lenita43@terra.com.br

mainier@vm.uff.com

RESUMO

A discussão contemporânea sobre os efeitos da mudança climática, do aquecimento global e da poluição atmosférica tem mobilizado mundialmente diversos atores, entre eles: governos, indústrias, sociedade civil, organismos e instituições. Neste aspecto, desde a década de 1970, os movimentos ambientalistas globais, aliados as regulamentações advindas desde processo têm direcionado e incentivado a busca por tecnologias de manufatura mais limpas. E dentro desta nova perspectiva, as regulamentações de cunho ambiental nasceram, cresceram e delimitam este novo cenário. Muito embora as indústrias automobilísticas, nos seus processos de pintura, garantam a prevenção a poluição por meio do uso de equipamentos tais como queimadores, capturadores de gases e monitoramento das chaminés, entre outros, uma outra contribuição pode estar no uso de tintas ambientalmente mais favoráveis. Nesta direção, algumas tendências têm se formado como o uso de tintas de alto teor de sólidos e as tintas a base de água.

Palavras-Chave: meio ambiente, tintas, pintura automotiva

1. INTRODUÇÃO

O processo de fabricação de automóveis passou por evoluções consideráveis desde os tempos de Henry Ford, entretanto, há cerca de seis décadas atrás, a história do automóvel tem mostrado que o importante era produzir e atender a demanda sempre crescente, pois, o automóvel cruzou as fronteiras do mundo e se sedimentou no imaginário do homem comum como um bem necessário a sua vida cotidiana (Giucci, 2004). Nesta direção, a pintura de um automóvel também deve garantir, além dos aspectos qualitativos, estar em conformidade com os requisitos legais vigentes. As unidades de pintura automotiva o fazem através do uso de materiais ambientalmente mais favoráveis, técnicas e instalações mais modernas. Nas últimas décadas na direção das leis ambientais e da sustentabilidade, as indústrias têm reduzido a quantidade de tinta aplicada nos automóveis e na emissão de solventes orgânicos tóxicos para atmosfera. Com base nos desafios anteriormente citados, o presente trabalho objetiva avaliar se o movimento ambientalista e as regulamentações ambientais pertinentes às emissões das tintas automotivas influenciaram positivamente na evolução de componentes químicos utilizados neste processo.

O presente artigo justifica-se com base em duas discussões contemporâneas. Uma é a crescente discussão em relação a mudança climática e seus efeitos. A emissão de substâncias que empobrecem a camada de ozônio continua a provocar danos ao meio ambiente e a saúde humana, pois, segundo Ambachtsheer (2005), a temperatura média global aumentou 0,3°C - 0,9°C e o nível do mar entre 10 a 25 cm no século XXI e continuará aumentando. A segunda discussão envolve a questão da sustentabilidade das organizações e seus negócios, o que conseqüentemente deixou o aspecto ambiental mais fortemente ligado à agenda dos executivos. Desta forma, as inovações tecnológicas passaram a considerar a questão ambiental com maior relevância.

Este artigo concentra-se nos seguintes materiais de pintura: tintas de eletrodeposição, primer, esmalte e verniz, embora haja outros materiais químicos utilizados no processo de pintura automotiva. Foca ainda a poluição atmosférica e, como são avaliados os movimentos ambientalistas globais mais importantes e as regulamentações advindas destes, este artigo reflete fortemente uma condição mundial e especificadamente, da Comunidade Européia.

2. A EVOLUÇÃO DO DISCURSO GLOBAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

Se o Homem vive na Terra há cerca de 300.000 anos, as preocupações ambientais datam tão somente da década de 70 (Lima, 1997). Foi somente após diversos acidentes que a questão ambiental tomou proporções políticas até chegarmos na atual discussão sobre desenvolvimento sustentável e seus indicadores (que incluem os ambientais) e que hoje norteiam governos e organizações. E dentro desta nova perspectiva, as regulamentações de cunho ambiental nasceram, cresceram e delimitam este novo cenário.

2.1. NASCIMENTO DA CONSCIÊNCIA ECOLÓGICA – PRIMEIRAS DISCUSSÕES

. Não há um começo claro para as razões ou responsáveis que impulsionaram o discurso global sobre meio ambiente e desenvolvimento. Diversos fatos históricos, participações e discussões de grupos ambientalistas, cientistas e cidadãos comuns ocorreram em diversas localidades do mundo, em diferentes tempos, por diferentes razões e moldaram, até os dias de hoje, o que se conhece sobre ambientalismo, legislações, modelos de gerenciamento tanto governamentais quanto corporativos e indicadores ambientais. Algumas discussões são tão antigas que impede de dizer que um único evento seja responsável pela conclusão destas questões. Alguns marcos, entretanto, serviram como estímulos, tais como, o progresso na pesquisa científica, o crescimento da mobilidade pessoal, a intensificação da atividade industrial, uma maior relevância e visibilidade nos aspectos de segurança e saúde e alterações nas relações sociais e econômicas (McCarmick, 1989).

Até onde se pode rastrear na história, os primeiros passos significativos ocorreram a partir de 1788 com o crescimento das ciências tais como a botânica e a zoologia. Diversos seminários destas ciências influenciaram o ambientalismo britânico; reflexo do movimento romancista da época (McCarmick, 1989). Os primeiros passos para o estabelecimento de uma comissão internacional foi dado no Congresso Internacional para Proteção da Natureza, em Paris, no ano de 1909, que teve como primeiro ato a ação de coleta, classificação e publicação de informações de caráter internacional de proteção da natureza, além da propagação da causa. Entretanto, devido a primeira guerra Mundial, não houve continuidade dessas ações (McCarmick, 1989). Alguns acidentes ambientais relevantes ocorreram em seguida e a partir

daí surgiram as primeiras discussões sobre o desenvolvimento sustentável e a educação ambiental.

2.2. SURGIMENTO DE INICIATIVAS INTERNACIONAIS DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE

Em 1943, ressurgiram duas iniciativas ambientais ventiladas antes mesmo da primeira guerra mundial. Uma foi a conferência internacional para conservação dos recursos naturais e a segunda o estabelecimento de uma organização internacional para proteção da natureza. Então, em 1946, a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) foi fundada com o objetivo de promover a cooperação internacional na educação, ciência e cultura. (McCarmick, 1989). Algumas iniciativas internacionais podem ser citadas neste período como A Conferência de Paris (França) em 1948, a UNSCUR (*United Nations Scientif Conference on the Conservation and Utilization of Resources*) em Nova Iorque em 1949, o lançamento do livro *Primavera Silenciosa* de Raquel Carson em 1962, o encontro promovido na Itália chamado de Clube de Roma em 1968, o Dia da Terra, em abril de 1970, entre outros.

2.3. FUNDAÇÃO DO AMBIENTALISMO MODERNO

Os anos 70 surgem com turbulências econômicas devido à crise do petróleo (Clapp e Dauvergne, 2005); conseqüentemente, os eventos ambientais passam a ocorrer em várias partes, com uma abordagem sistêmica e com objetivos mais definidos na preservação ambiental, tais como a 1ª Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente ou Conferência de Estocolmo em 1972 na Suécia e o Protocolo de Genebra, em 1979 na Suíça.

2.4. DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Visando estabelecer uma definição de desenvolvimento sustentável estabelecidos na fase anterior, ocorreram outros movimentos ambientalista tais como o WCED (*World Commision on Environment an Development*) ou Comissão de Brundtland em 1984, a Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio em 1985 na Áustria e o Protocolo de Montreal em 1987 no Canadá.

2.5. IMPLANTAÇÃO E GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Seguindo a recomendação do Relatório de Brundtland, a Assembléia Geral das Nações Unidas estabeleceu, em 1989, uma resolução para marcar outra conferência internacional, em função das crises ocorridas nos países em desenvolvimento, do colapso do bloco leste, da aceleração da globalização econômica. Além disso, nas entrelinhas, políticos e governos descobriram a política verde como um tema popular (Clapp e Dauvergne, 2005). Diante destes fatos, foram programados vários eventos, tais como o Rio-92, no Brasil, em 1992, o Protocolo de Kioto, em 1997, a Rio+5, em Nova Iorque em 1997 e o Rio+10, em Johannesburg, em 2002. Além destes encontros a ISO (*International Standart Organization*) lança a Série ISO 14000 em 1992 aproximadamente.

2.6. LEGISLAÇÕES E REGULAMENTAÇÕES AMBIENTAIS

Embora a discussão sobre poluição atmosférica seja antiga, a preocupação efetiva com as emissões surgiu somente quando se percebeu sua ligação com efeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde humana, devido às pesquisas científicas ocorridas na década de 60, as quais já mostravam danos à camada de ozônio. As convenções então começaram a estabelecer

limites de emissão de várias substâncias, entre elas os compostos orgânicos voláteis – COV¹. Foi somente após os acontecimentos ambientalistas mais importantes que proliferaram tratados e protocolos para proteção ambiental de abrangências regional e global. Mais de 250 instrumentos ambientais internacionais foram criados no primeiro quarto do século. Os acordos bilaterais iniciaram este processo e, em seguida, os acordos multilaterais informais. Os tratados (acordos oficiais, bilaterais ou multilaterais) intensificam-se após gerenciamento e tutela das Nações Unidas, mas a modernização das Legislações Internacionais ambientais só se dá a partir da Conferência de Estocolmo através da criação da agência UNEP (Di Mento, 2003).

3. A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA DAS TINTAS AUTOMOTIVAS

As tintas automotivas foram, e ainda tem sido, líderes na qualidade e inovação no campo das tintas orgânicas. O seu desenvolvimento e o do automóvel tem sido paralelos (Funke, 1995). Padrões complexos de alta qualidade como brilho, durabilidade da cor, resistência à fraturas e trincas², adesão entre as camadas, resistência ácida e a agentes químicos, resistência ao risco, etc, são requeridos nas normas que qualificam as tintas e suas aplicações. Ademais, as legislações de saúde, segurança e meio ambiente, a eficiência do material, o ciclo de vida e aspectos toxicológicos, devem ser considerados durante o manuseio seguro das tintas automotivas.

O desenvolvimento da tecnologia das tintas automotivas é resultado das mudanças no mercado. Demandas por novos níveis de qualidade e o aumento das regulamentações legais por produtos e processos menos perigosos, adaptação e flexibilidade das matérias primas e equipamentos de manufatura, custos e a competitividade foram responsáveis pelas melhorias necessárias para as tintas e para os processos automotivos (Jurgetz, 1995). Embora já existissem processos de pintura de superfícies metálicas, de madeira e pedra, a história das tintas automotivas começou na virada do século com a criação de um carro baseado na tradicional tecnologia das carruagens e utilizando diversos materiais como o couro e o alumínio; feito por *Gottlieb Daimler*, em 1887, na Alemanha. Mais tarde com o uso do aço-carbono e algumas partes galvanizadas, as tintas deveriam ser preparadas para proteger, decorar e garantir a adesão na superfície (Andrews et al, 2005).

Em 1910, seis anos após *Henry Ford* fundar a *Ford Motor Company*, os carros eram construídos em grandes quintais e confeccionados mais em madeira do que em aço-carbono. Eram pintados com pincéis (figura 1), postos para secar ao ar para depois serem levemente lixados e novamente pintados. Posteriormente, então, eram polidos.

¹ COV – Compostos orgânicos voláteis ou do inglês VOC – *volatile organic compounds*.

² fraturas e trincas - o termo deriva do verbo em inglês to crack: fender, dividir. Para pintura, significa um defeito na superfície da tinta seca o qual ocorrem rachaduras ou trincamentos provocados, na grande maioria das vezes, pela ação da luz solar e dos raios ultravioletas. Quimicamente ocorrem cisões na resina (componente da tinta).



Figura 1: Pintura de carroçaria por meio de pincel
Fonte: The History Channel, 2005

Em muitos casos, o processo de pintura de um carro levava mais que 40 dias e não havia muita disponibilidade de cores. Este processo perdurou até os anos de 1920. Embora lento e caro, este fato não tinha importância no começo da era automotiva, pois somente os carros luxuosos eram produzidos e não havia uma demanda de grandes proporções (Andrews et al, 2005). Mais tarde, *Henry Ford* revolucionou a indústria criando a linha de montagem e pré manufatura. Este foi o começo da Revolução Industrial e das novas indústrias, que geraram poluição sem restrições. Naquele tempo, a tinta preta tinha um alto teor de sólidos e, portanto secava mais rapidamente que outras cores, embora entre 1908 e 1914 e após 1927, o modelo T, da *Ford*, estava disponível em muitas cores, entre 1914 e 1926, ele era encontrado somente em preto. Os carros eram secados ao ar e as fábricas estavam rodeadas por campos de secagem, uma situação inapropriada para o conceito de produção em larga escala de *Ford*. E como os carros eram feitos também com outros materiais como a madeira, a tecnologia de secagem em estufas levou algum tempo para ser implantada (Andrews et al, 2005). A pintura causava, portanto, vários gargalos no processo de produção em massa.

No ano de 1913 desenvolveu-se um método para produção da carroçaria totalmente em aço-carbono o que facilitou e diminuiu os custos na produção, além do peso das carroçarias. Isto impulsionou o desenvolvimento da composição química das tintas; enquanto métodos de aplicação e equipamentos foram sendo adaptados para situação do novo sistema de manufatura. A combinação destes fatores aumentou, consideravelmente as chances de cores de acabamento.

A indústria automobilística, no começo dos anos 30, utilizava os esmaltes secos em estufas³, a base de resinas alquídicas⁴, pois conferiam alto brilho, além de produzirem camadas mais cheias, serem fáceis de aplicar e rápidos na secagem. Então, entre 1930-40, um tipo de pistola de pintura foi desenvolvida e isto revolucionou o processo de aplicação (figura 2). A aplicação por pistola em relação ao pincel minimizou o lixamento entre as camadas de tinta propiciando um fator importante - o tempo de pintura - que era feito em cerca de um mês, reduziu-se a um terço do tempo. (Andrews et al, 2005). Do final dos anos 40 em diante, novos processos como as pinturas eletrostáticas melhoraram a eficiência.

No início de 1955, a *General Motor* substituiu as resinas alquídicas por acrílicas⁵. Esta nova tinta continha uma quantidade maior de solventes, o brilho era inferior, mas o novo material era eficiente e extremamente rápido na secagem. A tinta acrílica tornou-se popular

³ estufa – compartimento fechado, quente, utilizado para secagem ou manutenção de determinadas temperaturas.

⁴ alquídicas – são polímeros ou resinas utilizados na composição das tintas; fabricadas a partir de óleos vegetais naturais, como o de soja, polimerizados por meio da aplicação de álcool e ácido.

⁵ acrílicas – relativo ou derivado de um ácido usado na fabricação de resinas sintéticas

até aos anos de 1960. Com o fim da guerra e posteriormente o aumento no consumo, aumentou também a demanda por automóveis. Assim, novos designers, alta qualidade e novos requisitos impulsionaram novos métodos de produção.

Nos anos 60, a *Ford Motor Company* voltou atrás ao método dos esmaltes alquídicos secos em estufa, pois verificaram que os consumidores procuravam por brilho, mas Ford também percebeu que os consumidores gostavam de muitas outras propriedades dos antigos esmaltes acrílicos. Isto impulsionou as pesquisas para um esmalte acrílico de secagem a estufa. O resultado foi uma superfície de alto brilho, durável, que produzia um filme sobre a superfície, duro e de profundo colorido. Esta tecnologia durou até o começo dos anos 70. As primeiras pesquisas laboratoriais diretas para o desenvolvimento da tinta de eletrodeposição foram feitas em 1957, pela *Ford Motor Company*, utilizando uma tinta de deposição anódica⁶. Esta nova proteção foi estabelecida na década de 60 com o uso da tinta de eletrodeposição em superfícies complexas como as de um automóvel, onde a proteção anticorrosiva era requerida para satisfazer acordos de garantia e estender a vida útil dos veículos. A tinta de eletrodeposição anódica era a primeira camada colocada na superfície metálica do veículo e, devido as suas características físico-químicas, tinha uma penetração e formação de filme uniforme e aderente ao longo das reentrâncias e cantos propiciando uma eficiente proteção anticorrosiva na carroçaria (Funke, 1995). Além disto, esta tinta de base conferia uma boa dureza, flexibilidade e resistência ao *spray* de sais e de umidade. Após a aplicação da eletrodeposição anódica a carroçaria continuava, normalmente, sua passagem pelos outros processos de pintura a diante (PPG, 2005).

Na década de 70, os carros japoneses tornaram-se populares bem como as tintas que eram utilizadas. Japoneses e europeus iniciaram o uso de tintas acrílicas com dois componentes⁷ e forneceram aos consumidores a opção de novas cores metálicas. O seu baixo custo permitiu que fossem utilizadas nos carros populares (Andrews et al, 2005). Por outro lado, os fabricantes de automóveis buscavam tintas mais duras, de maior elementos flexíveis e que pudessem curar mais rapidamente. A resposta estava na formulação de materiais que pudessem reagir entre si e secar mais rápido que pela simples evaporação de solventes. Um aditivo (chamado *cross-linking*⁸), um radical livre foi incluído nas formulações que posteriormente poderia reagir sozinho ou com um catalisador misturado às tintas (por isso, foram utilizados dois componentes). Quando a mesma é aplicada, o processo de cura se inicia. A reação química entre as matérias componentes das tintas produz um filme com características de dureza e resistência melhores que as curas dos esmaltes acrílicos simples.

Em 1973, a tecnologia das tintas de eletrodeposição mudou de anódica para catódica⁹ e o mercado literalmente explodiu. Em 1965, somente 1 em cada 100 carros possuía a tinta de eletrodeposição; em 1970, 10 a cada 10 possuíam esta camada de proteção anticorrosiva. Atualmente cerca de 95% dos carros são pintados por tinta de eletrodeposição catódica.

⁶ anódica – eletrodeposição de uma tinta ou material, onde a superfície a ser pintada (carroçaria) está carregada positivamente (portanto, comporta-se como anodo) e a tinta ou material possui cargas negativas. Através da passagem de corrente elétrica continua realiza-se a deposição da tinta na superfície.

⁷ tintas 2 componentes – veja *cross-linker*, nota de rodapé abaixo

⁸ *cross-linker* – são compostos químicos que possuem a característica de reagirem através de ligações covalente em uma parte da cadeia polimérica a outra. Isto confere a propriedade termofixa, isto é, rigidez, dureza e resistências específicas. A reação do polímero componente de uma tinta com o agente *cross-linker* pode ser feita através de aquecimento, pressão ou pela simples mistura de ambos na temperatura ambiente.

⁹ catódica – eletrodeposição de uma tinta ou material, onde a superfície a ser pintada (carroçaria) está carregada negativamente (portanto, comporta-se como catodo) e a tinta ou material possui cargas positivas. Através da passagem de corrente elétrica continua realiza-se a deposição da tinta na superfície.

(Funke, 1995). A espessura de camada utilizada na época era em torno de 35 mícrons¹⁰ (Fairbranks, 2005). No meio dos anos 70, o número de fornecedores de materiais para a indústria de tintas cresceu para uma gama maior de escolhas.

Após a explosão do conceito de tinta de eletrodeposição catódica, o foco das pesquisas objetivou melhorar o brilho e obter uma cor mais intensa, os processos foram aperfeiçoados nos anos 70, pois as tintas ainda eram muito macias e pouco duráveis (Protectall, 2006). Então, um verniz incolor foi desenvolvido e aplicado após o esmalte embora, inicialmente, ainda com problemas de baixa durabilidade. Somente após 1980, os fabricantes tiveram confiança neste sistema de pintura. As indústrias automobilísticas precisavam de um verniz com garantia de no mínimo 5 anos. Este era um número mágico, porque este era o tempo que um consumidor usualmente mantinha um carro novo.

Entre 1975-85 várias questões como toxicidade dos componentes das tintas e a poluição atmosférica foram colocadas por governos e instituições. Em resposta, a indústria teve que trabalhar abaixando a quantidade dos COV. As indústrias também experimentaram o uso de sistemas a base de água, mas inicialmente estas tintas não apresentaram sucesso, pois não se adequavam totalmente as condições climáticas (Protectall, 2006). Conseqüentemente, como forma de redução dos solventes, a tecnologia foi alterada para tecnologias de alto teor de sólidos. Na Europa, os sistemas a base de água foram preferidos aos sistemas alto teor de sólidos (Wilker, 2000) e os robôs que faziam as aplicações tornaram-se comuns (figuras 3 e 4).

O final dos anos 80 e início dos 90 trouxeram novas mudanças nas indústrias devido às novas leis para aplicação de tintas. Com o auxílio dos fabricantes de tintas, as quantidades de COV foram reduzidas uma vez mais. Paralelo a tecnologia de alto teor de sólidos desenvolveu-se sistemas híbridos (dois componentes) (Protectall, 2006), em substituição do longo período que se utilizou as tintas baixo teor de sólidos e a base de solventes (Funke, 1995). Algumas tintas são, essencialmente, 100% sólidas (tintas em pó). Segundo a Protectall (2006), o processo de tintas em pó tem estado presente ao longo do tempo e recentemente tem tentado renascer. A tinta em pó tem na composição resina e pigmentos coloridos que são aplicadas na superfície sem o uso de nenhum veículo líquido como transportador. Esta tecnologia traz extrema durabilidade, mas não confere um filme liso, com perfeito alastramento. Também, o processo de pintura de automóveis, nestas condições, deveria resolver alguns impedimentos tecnológicos como o custo da alteração para este novo modelo de produção (Protectall, 2006).

Os sistemas de pintura atuais são melhores que os predecessores em relação à qualidade como extraordinárias cores, vividas e profundas e claras, dramático aumento no brilho e durabilidade. Tintas à base de água, popularizadas na área arquitetônica, também se tornaram comum na indústria automobilística na aplicação dos primers e esmaltes (Funke, 1995). As recentes tintas automotivas consistem em torno de 12 a 30% de sólidos suspensos em solventes (Andrews et al, 2005).

¹⁰ mícron – de acordo com o sistema métrico, um mícron corresponde a milésima parte do milímetro e a sua unidade é expressa em μm .

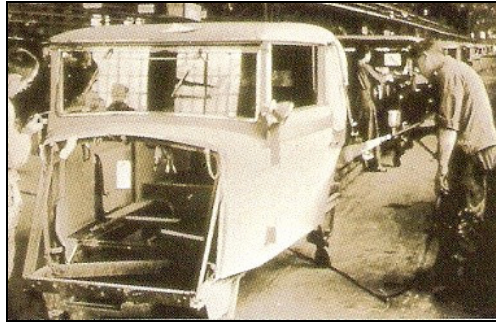


Figura 2: Aplicação de tinta por meio de pistola
Fonte: DC (1)

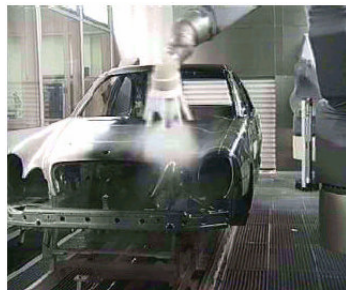


Figura 3: Aplicação de tinta eletrostaticamente, por meio de robôs.
Fonte: Dürr (2004)



Figura 4: Detalhe da aplicação: baixo *overspray* e perdas
Fonte: Dürr (2004)

4. ANÁLISE CRÍTICA DA EVOLUÇÃO DAS TINTAS AUTOMOTIVAS SOB A ÓTICA DOS MOVIMENTOS AMBIENTALISTAS GLOBAIS

O uso das tecnologias de tintas pela organização em estudo, é reflexo de todo um movimento histórico, quer ambientalista, quer devido a outros fatores (Figura 5). Os fatores que moldaram o que se entende por pintura automotiva atualmente, são complexos e estão interligados a muitas necessidades mundiais. Conforme novas necessidades e exigências do mercado foram surgindo (qualidade, segurança, meio ambiente, custos, etc), a tecnologia da química da tinta respondeu com inovações. As regulamentações de caráter ambiental são um reflexo final de todo este processo histórico (Di Mento, 2003). Assim, diversos outros fatores e pressões contribuíram para a criação de regulamentações sobre os limites de emissão de gases que afetam a camada de ozônio. Não se pode considerar que uma única conferência, protocolo ou tratado tenha sido o único vetor responsável na delimitação destes parâmetros, mas sim um agente finalizador de idéias e movimentos ambientalistas anteriores. (McCarmick, 1989).

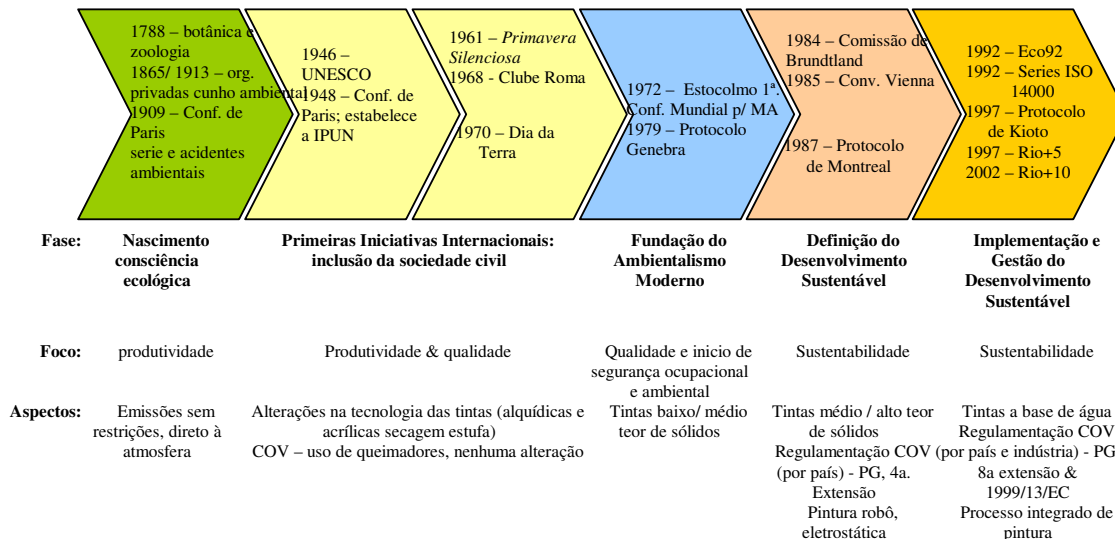


Figura 5: Esquema da evolução do movimento ambientalista e regulamentações ambientais versus tecnologias de pintura automotiva

Fonte: Severino (2006) com base em parte da classificação da UNEP (2002a)

4.1. 1ª FASE: NASCIMENTO DA CONSCIÊNCIA ECOLÓGICA

Os primeiros movimentos ambientalistas concentraram-se na tentativa de criar uma reunião internacional que pudesse representar as expectativas mundiais e impulsionar um discurso global para a proteção à natureza. E, embora o primeiro encontro mais significativo tenha ocorrido em Paris, em 1909, foi somente quase meio século depois que outros encontros internacionais mais sedimentados conseguiram alavancar discussões mais profundas sobre o assunto. Na primeira fase do movimento ambientalista moderno, as indústrias automobilísticas estavam começando. Muito embora houvessem manifestações ou discussões sobre a necessidade da proteção ao meio ambiente e prevenção a poluição atmosférica, o início da produção em massa ofereceu ao mercado bens de consumo e, não diferentemente, a indústria automobilística se expandia nesta direção. As mesmas provocavam poluição sem incomodar-se com isso. As carroçarias após a pintura eram colocadas para secagem em grandes pátios a céu aberto. (Andrews et al, 2005). Os COV eram lançados diretamente a atmosfera sem nenhuma restrição.

4.1. 2ª FASE: PRIMEIRAS INICIATIVAS INTERNACIONAIS

Em seguida, houve a socialização da discussão ambiental na sociedade civil. O livro *Primavera Silenciosa*, o relatório “Limites do Crescimento” e outros eventos foram responsáveis por esta disseminação. Foi um período de coleta e divulgação dos dados ambientais, pesquisas científicas, além do surgimento de iniciativas e idéias internacionais como a racionalização dos processos e um melhor uso dos recursos naturais para diminuição dos resíduos. As descobertas científicas sobre os efeitos da poluição do ar na mudança climática (década de 60) foram o marco que levantou a atenção sobre as emissões de poluentes à atmosfera e impulsionaram encontros sistematizados sobre o assunto, na próxima fase. Neste período, pode-se dizer que as evoluções das tecnologias de pintura foram motivadas por outros fatores que a proteção ambiental. Segundo Vratsanos (2001), o principal foco estava em adequar-se ao modelo de produção em massa de Ford. Com uma secagem de cerca de 40 dias, a pintura automotiva representava um gargalo no processo produtivo. A produtividade então, foi o foco deste período. Nesta época as indústrias automobilísticas

implantam os queimadores de COV e inicia-se a preocupação organizacional, embora ainda não fortemente, sobre as questões do meio ambiente e segurança ocupacional. Embora mais conscientes ambientalmente devido as pressões da sociedade e governos, as indústrias focaram neste período as questões da qualidade da superfície pintada e não havia um direcionamento específico da Pesquisa & Desenvolvimento no lançamento de tintas ambientalmente mais favoráveis.

4.3. 3ª FASE: FUNDAÇÃO DO AMBIENTALISMO MODERNO

Segundo a classificação da UNEP (2002a), os anos 1970 representam a fundação do ambientalismo moderno com foco principal em questões como a conservação do solo, poluição do ar, degradação e desertificação da terra (ambientalismo biofísico). Em 1972, a Conferência de Estocolmo fixou definitivamente o assunto meio ambiente no nível internacional. Em termos de mudança climática, aquecimento global e poluição atmosférica, o primeiro encontro sobre a Mudança Climática, em Genebra, em 1979, incluiu o controle de vários poluentes, como os COV. Os próximos encontros internacionais foram, assim, introduzindo metas de redução entre as partes e um acompanhamento mais apurado. A terceira fase do movimento ambientalista atinge os países e conseqüentemente as indústrias na questão das emissões de poluentes. Neste período, inicia-se o uso dos vernizes e de esmaltes de baixo e médio teor de sólidos e os movimentos ambientalistas desta fase impulsionaram a organização na tentativa de diminuir o teor de solventes nas formulações por meio do uso de tintas de alto teor de sólidos (conseqüentemente baixos teores de solventes).

4.4. 4ª FASE: DEFINIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Os anos de 1980 são definidos, em termos ambientalistas, como período de definição do conceito do desenvolvimento sustentável (UNEP, 2002a). É o período do ozônio que correspondeu ao Protocolo de Montreal e o Tratado de Kioto. Nesta quarta fase, as emissões de COV começam a diminuir, reflexo da P&D das tintas alto sólidos iniciadas na fase anterior. Nesta época, o diferencial esta na implantação de robôs com aplicação eletrostática o que garantiu um menor *overspray* e consumo de tinta por carroçaria pintada. Nesta fase também se iniciam acordos de redução da emissão de COV e estão focados somente nas reduções das emissões dos países.

4.5. 5ª FASE: IMPLEMENTAÇÃO E GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Os anos de 1990 são classificados como o período da implementação e os anos 2000 como o período de gestão do desenvolvimento sustentável (UNEP, 2002a) No final de 1996, a ISO 14000 cria um sistema de gerenciamento ambiental nas indústrias e, definitivamente o assunto meio ambiente é incluído nas agendas das organizações. E, o início dos anos 2000 compreendem o período da revisão da agenda do desenvolvimento sustentável. Os primeiros limites de redução dos COV já estão estabelecidos e inseridos numa agenda entre as partes, composta por planos de ação e cronogramas de redução concentrado nos países da Comunidade européia. Inicia-se a adoção do uso de tintas a base de água, as quais reduzem drasticamente os valores de emissão em níveis nunca antes atingidos. Outras tecnologias a base de água, implantadas posteriormente, conseguem diminuir ainda mais os valores de emissão.

5. CONCLUSÕES

A discussão contemporânea sobre os efeitos da mudança climática, do aquecimento global e da poluição atmosférica tem mobilizado mundialmente diversos atores, entre eles: governos, indústrias, sociedade civil, organismos e instituições. Neste aspecto, os movimentos ambientalistas e as regulamentações advindas desde processo têm direcionado e incentivado a busca por tecnologias de manufatura mais limpas.

Muito embora as indústrias automobilísticas, nos seus processos de pintura, garantam a prevenção à poluição por meio do uso de equipamentos tais como incineradores, sistemas de absorção de gases e monitoramento das chaminés, uma outra contribuição pode estar no uso de tintas ambientalmente mais favoráveis. Nesta direção, e com base no estudo de caso apresentado pode-se concluir que:

- Os movimentos ambientalistas, locais e mundiais, juntamente, com as agências reguladoras têm contribuído na redução dos poluentes no ar atmosférico desde a década de 70;
- O movimento ambientalista não foi tão influenciador no início do século XX em relação a poluição atmosférica das tintas automotivas;
- Inicialmente, a produtividade e qualidade direcionaram a evolução da tecnologia das tintas automotivas. Os movimentos e as regulamentações ambientais influenciaram a partir de 1972 com a Conferência de Estocolmo e após 1991 com a quarta extensão e em 1998 com a oitava extensão do Protocolo de Genebra;
- A manutenção das regulamentações direciona, atualmente, o ramo das tintas automotivas para os possíveis segmentos:
 - a) solventes com menor toxicidade;
 - b) menor quantidade de solventes;
 - c) sem solventes, neste caso por cura UV;
 - d) sistemas a base de água.
- O impacto da regulamentação e movimento ambiental influenciaram não somente a tecnologia da tinta (a sua formulação propriamente dita), bem como outros meios que, reduziram o volume de quantidade aplicada;
- Uma interação complexa de fatores promoveu a evolução das tecnologias das tintas automotivas, além da questão ambiental, tais como requisitos de qualidade, econômicos, segurança e sócio-políticos;
- O cenário evolutivo da tecnologia de tintas automotivas não se replica mundialmente. As regulamentações e o próprio movimento ambientalista foi expressivo na Europa e demais países desenvolvidos, bem como a P&D nesta área;
- Novos conceitos de pintura, com redução da espessura de camada total e das etapas de aplicação podem reduzir o consumo de tintas e conseqüentemente as emissões decorrentes da sua cura;

6. REFERÊNCIAS

AMBACHTSHERR, J. Sustainability Investment: A Market Overview. Lauch Event. Global Head of SRI. Mercer Investment Consulting. Disponível em: <<http://www.sustainability-indexes.com/html/publications/presentations.html>>. New York, September, 23, 2005.

ANDREWS, D.; NIEUWENHUIS, P. EWING, P. D. Black and Beyond: Colour and the Mass-produced Motor Car. Elsevier, 2005, p. 377-391.

CLAPP, J. & DAUVERGNE, P. Paths to a Green World: The Political Economy of the Global Environment. Cambridge, MA: MIT Press, 2005.

DC. Werk Sindelfingen. Mit Innovation und Engagement in die Zukunft: Ein Leistungszentrum der Mercedes-Benz AG (sem data disponível), DC (1)

DI MENTO, J. F. C. The Global Environment and International Law, University of Texas Press Austin, 2003.

DÜRR. Elektrostatic Application of Water Based Paints. Apresentação em Power Point. Fórum de Novas Tecnologias, Durr, 2004

FAIRBRANKS, M. Tintas automotivas aguardam recuperação econômica. Baixo poder aquisitivo limita a venda de carros e gastos com manutenção da frota nacional, inibindo investimentos das empresas do setor. Revista Química e Derivados, no. 444, 2005.

FUNKE, L. W. Automotive Paint and Coating. Editado por Gordon Fettes, VCH Verlagsgesellschaft. Weinheim, Germany, Elsevier – Progress in Organic Coatings 28 (1996) 150, 1995, 240pp.

GIUCCI, G. A vida cultural do automóvel. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004, 368p.

JURGETZ, A. Automotive Paint Performance. Metal Finishing. Copyright Elsevier Science Inc. Bayerische Motoren Werke AG. Dingolfing, Germany, Outubro de 1995

LIMA, G.F.C. O debate da sustentabilidade na sociedade insustentável. Revista Política & Trabalho, nº 13, setembro., João Pessoa: PPGS/UFPB, 1997, p.201-222.

McCARMICK, John; Reclaiming Paradise: The Global Environmental Movement. Indiana University Press; Bloomington and Indianapolis, EUA, 1989.

PPG. History: About Electrocoating. Disponível em: http://www.ppg.com/car_autocoat/ppgelectrocoat/aboutelectrofirsts.htm, acesso em: 12/09/2005.

PROTECTALL. A brief History and Trends in Vehicle Paints. Disponível em: <http://www.protectall.com/artpaints.htm>, acesso em: 02/02/2006.

SEVERINO, L. M. O Impacto dos Movimentos e Regulamentações Ambientais nas Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis – Um Estudo de Caso de uma Indústria Automobilística. Dissertação de Mestrado em Sistemas de Gestão. Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói, Junho 2006.

THE HISTORY CHANNEL. Modern Marvels – Paint. Documentary cat. no. AAE-73166 @ A&E Television Networks, 2005.

UNEP. Global Environment Outlook 3. Past, present and Future perspective. Integrating Environment and Development: 1972 – 2002. Earthscan Publications Ltda. London, 2002a.; Disponível em: <http://cger.nies.go.jp/geo/geo3/pdfs/prelims.pdf>, acesso em: 3/09/2005.

VRATSANOS, L. A. Meeting the Challenge of Formulating for the Future. Air Products Polymers, LP, Allentown, PA, Presented at the 2001 International Coatings Exposition, Atlanta, GA. Publication no. 151-0262, Novembro/5/200.

WILKER, G. Eco-Friendly Coating Systems. Pigments & Additives Division, Clariant. Frankfurt, Alemanha, 2000.