

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Luiz Ilson Vardanega Junior

**HIDROPLANAGEM: CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA
INCIDÊNCIA EM RODOVIAS**

Porto Alegre
dezembro 2009

LUIZ ILSON VARDANEGA JUNIOR

**HIDROPLANAGEM: CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA
INCIDÊNCIA EM RODOVIAS**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: João Fortini Albano

Porto Alegre
dezembro 2009

LUIZ ILSON VARDANEGA JUNIOR

**HIDROPLANAGEM: CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA
INCIDÊNCIA EM RODOVIAS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2009

Prof. João Fortini Albano
Dr. pela UFRGS
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Dra. pela UFRGS
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Daniel Sergio Presta Garcia
Dr. pela UFRGS

Prof. João Fortini Albano
Dr. pela UFRGS

Prof. João Rodrigo Mattos
Ms. pela UFRGS

Dedico este trabalho aos homens e mulheres que labutam
como agentes de segurança viária, heróis anônimos e
obstinados pela preservação do bem maior: a vida!

AGRADECIMENTOS

A todos os mestres, pela determinação e dedicação aos nobres ideais acadêmicos que sustentam a evolução do homem e da sociedade.

À 9ª Superintendência Regional de Polícia Rodoviária Federal e ao Comando Rodoviário da Brigada Militar, cujo apoio e entusiasmo foram preponderantes para o sucesso deste estudo.

À Profa. Carin Maria Schmitt, pela dedicação e irretocável exemplo de profissionalismo enquanto Coordenadora das disciplinas de Trabalho de Diplomação em Engenharia Civil.

Ao Prof. João Fortini Albano, orientador deste trabalho, que com serenidade e disciplinada perseverança interviu sobre meus ímpetos, apontou excessos e incentivou a busca pela coerência da abordagem.

Os pequenos atos que se executam são melhores que todos
aqueles grandes que se planejam.

George C. Marshall

RESUMO

VARDANEGA JUNIOR, L. I. **Hidroplanagem:** caracterização e análise da incidência em rodovias. 2009. 73 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

O presente trabalho apresenta uma descrição do fenômeno da hidroplanagem de automóveis em rodovias pavimentadas com cimento asfáltico de petróleo ou concreto de cimento Portland, identificando medidas preventivas potencialmente capazes de amenizar os riscos de ocorrência do evento e suas consequências. A partir da contextualização do trânsito na sociedade contemporânea, são apresentadas algumas teorias a respeito da ocorrência de acidentes de trânsito e das participações de seus componentes: o condutor, o veículo, a via e o meio ambiente. A partir da compreensão de como ocorre uma hidroplanagem foram apontadas as circunstâncias necessárias à configuração do fenômeno, ou capazes de contribuir para tal. A fim de mensurar o fenômeno em termos práticos, foram aplicados questionários a usuários de rodovias e a policiais rodoviários, bem como analisados alguns registros de acidentes de trânsito e acórdãos judiciais julgados pelo Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul relativos a acidentes de trânsito acontecidos em rodovias mediante hidroplanagem, elaborando-se um banco de dados quantitativos e qualitativos sobre o evento. Através do cruzamento e análise dos resultados foram produzidas várias inferências sobre a incidência de hidroplanagens nas rodovias e gravidade dos acidentes decorrentes, bem como das concepções a respeito do tema por condutores e policiais rodoviários. Conclui-se o estudo estabelecendo um rol de medidas com potencial eficácia para a redução da incidência de hidroplanagens em rodovias ou atenuação das respectivas consequências.

Palavras-chave: hidroplanagem; prevenção; segurança em rodovias.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: representação esquemática do delineamento da pesquisa.....	14
Figura 2: diagrama esquemático das relações no trânsito.....	20
Figura 3: simulação do acúmulo instantâneo de água durante a chuva	23
Figura 4: estrutura básica de um pneu radial.....	25
Figura 5: sistema de forças horizontais atuantes no ponto de contato pneu-pavimento...	26
Figura 6: representação esquemática da hidroplanagem.....	27
Figura 7: contato pneu-pavimento sob diferentes velocidades.....	28
Figura 8: placa de advertência A-28.....	33
Figura 9: distribuição dos acidentes analisados em relação às consequências, com base exclusivamente em textos judiciais.....	38
Figura 10: comparação entre dados judiciais e policiais.....	39
Figura 11: tempo de habilitação dos condutores pesquisados.....	40
Figura 12: informação da participação dos condutores em aulas de direção.....	41
Figura 13: tempo de serviço dos policiais rodoviários.....	44
Figura 14: distribuição das percepções dos policiais sobre a gravidade dos acidentes decorrentes de hidroplanagens.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: compilação dos dados experimentais.....	29
Quadro 2: perfil dos condutores integrantes da amostra.....	40
Quadro 3: existência de trechos rodoviários propensos ao acúmulo de água.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: resumo da distribuição e retorno de instrumentos aplicados a policiais rodoviários.....	36
Tabela 2: resumo dos motivos de descarte de registros.....	37
Tabela 3: experiência dos condutores pesquisados quanto à hidroplanagem.....	42
Tabela 4: distribuição das circunstâncias que podem contribuir para a ocorrência de uma hidroplanagem segundo a percepção dos condutores integrantes da amostra.....	42
Tabela 5: distribuição das circunstâncias relevantes para a prevenção de hidroplanagens na percepção dos condutores.....	43
Tabela 6: predominância de acidentes mediante hidroplanagem em retas ou curvas.....	45
Tabela 7: citações indicativas de critérios para o estabelecimento da gravidade de acidentes.....	46
Tabela 8: citações de sinais que podem indicar a ocorrência de hidroplanagem num acidente.....	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 MÉTODO DE PESQUISA	12
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	12
2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	12
2.2.1 Objetivo principal	12
2.2.2 Objetivos secundários	12
2.3 PRESSUPOSTOS	13
2.4 DELIMITAÇÕES	13
2.5 LIMITAÇÕES	13
2.6 DELINEAMENTO	13
3 TRÂNSITO E HIDROPLANAGEM	15
3.1 O TRÂNSITO CONTEMPORÂNEO	15
3.2 HIDROPLANAGEM: EXPLICAÇÃO DO FENÔMENO FÍSICO NAS RODOVIAS	19
3.3 RISCOS E CONSEQUÊNCIAS	30
3.4 A PREVENÇÃO	32
4 COLETA, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	35
4.1 COLETA E PREPARAÇÃO DOS DADOS.....	35
4.2 DADOS DE ACIDENTES.....	37
4.3 PERCEPÇÕES DOS CONDUTORES.....	39
4.4 PERCEPÇÕES DOS AGENTES POLICIAIS.....	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
5.1 CONCLUSÕES.....	50
5.2 SUGESTÕES PARA EXPLORAÇÕES FUTURAS.....	53
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICE A.....	56
APÊNDICE B.....	58
APÊNDICE C.....	61
ANEXO A.....	65
ANEXO B.....	70

1 INTRODUÇÃO

O trânsito de veículos automotores é uma grande preocupação da sociedade, ocupando simultaneamente a condição de insumo da vida moderna e responsável pelos elevados índices estatísticos de óbitos decorrentes de causas não naturais. Dentro de uma vasta gama de aspectos que influenciam os eventos relacionados ao trânsito, este estudo buscou apresentar e contextualizar o fenômeno da hidroplanagem – popularmente conhecida por aquaplanagem – nas rodovias do Rio Grande do Sul.

O trânsito pode ser compreendido como uma interação entre três fatores principais, o ser humano, que potencialmente desempenhará diferentes papéis, como condutor, passageiro ou pedestre, o veículo e a via, cuja concepção pode ser estendida ao ambiente de tráfego. Sobrepe-se a estes fatores um regramento legal que busca harmonizar os interesses dos diversos agentes envolvidos, cujas prioridades normalmente estão vinculadas ao papel desempenhado e às características do indivíduo. Exemplificando, ao pedestre pode interessar segurança para se deslocar e facilidades de acesso aos meios de transporte público, o passageiro busca conforto e acessibilidade, enquanto o condutor prioriza fluidez. Enfim verifica-se que há interesses diversos e complexos entre os agentes envolvidos.

Premissa comum a todos os papéis desempenhados é o anseio por segurança, pois a eventualidade de um sinistro é inequivocamente danosa e apresenta um vasto espectro de potencialidades que alcança desde pequenos prejuízos materiais até a morte de vários agentes, de acordo com a gravidade do acidente. Desta forma, o ser humano atua neste contexto como responsável por todos os fatores envolvidos, uma vez que responde pela produção, manutenção e condução dos veículos, bem como pela preparação da via e organização das regras que irão viabilizar a operacionalização do sistema de trânsito. Evidencia-se, no entanto, que a condução do veículo apresenta a peculiaridade da instantaneidade, na qual a capacidade de análise e reação do condutor é testada permanentemente, como assevera Vasconcellos (1998, p. 85-86):

Ao dirigir, todo motorista está constantemente tomando decisões relativas a essa tarefa, num conjunto complexo de dezenas de decisões por minuto: está constantemente ‘vasculhando’ o ambiente para recolher as informações que lhe

permitam dirigir seu veículo. Essas informações lhe chegam em grande quantidade, dadas pelo ambiente que percorre, atingindo-o de forma aleatória, imprevisível.

A hidroplanagem constitui exatamente uma situação em que o condutor perde o controle do veículo sob determinadas circunstâncias, quando ao trafegar sobre pista molhada coberta por uma lâmina delgada de água, os pneus perdem contato com a superfície da via e passam a deslizar sobre a camada de água. As circunstâncias necessárias para a efetivação do evento estão detalhadas ao longo deste estudo.

Identificado o que vem a ser a hidroplanagem, pode-se então buscar compreender sua dinâmica, avaliar riscos e indicar medidas cuja adoção contribuam na prevenção de acidentes e conseqüente melhoria dos níveis de segurança no trânsito. Importa salientar que neste contexto a prevenção assume caráter multidisciplinar, podendo alcançar quaisquer dos três fatores principais citados, o veículo, a via e o condutor, sempre ressaltando que por este último atuar com poder decisório no ambiente do evento, precisará receber informação e treinamento preparatórios quando de sua qualificação.

Um aspecto de significativa relevância no processo de escolha do tema ora focado é exatamente a pouca bibliografia e dados específicos a respeito da ocorrência prática de hidroplanagens, cujas abordagens localizadas mostram-se predominantemente superficiais ou acessórias, basicamente restritas à definição do fenômeno, inseridas em contextos dedicados a assuntos de maior abrangência, como direção defensiva, por exemplo.

O presente trabalho está constituído, além da presente introdução, de capítulos dedicados ao método de pesquisa, onde são sucintamente apresentados objetivos, linhas de ação e circunstâncias intervenientes relevantes ao desenvolvimento esperado; ao referencial teórico, que buscará contextualizar o trânsito na sociedade contemporânea, definir a dinâmica da hidroplanagem e riscos correlatos; ao desenvolvimento e resultados obtidos na pesquisa; e às considerações finais.

2 MÉTODO DE PESQUISA

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais medidas preventivas podem ser adotadas por condutores de veículos e por operadores de rodovias com vistas a reduzir os riscos de incidência de hidroplanagem?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e secundários e são apresentados a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é a identificação de medidas preventivas que possam ser adotadas por condutores de veículos e por gestores de rodovias com vistas a reduzir os riscos de incidência de hidroplanagem.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários deste trabalho são:

- a) descrição de como se desenvolve o evento da hidroplanagem envolvendo veículos automotores;
- b) identificação dos fatores que podem contribuir para a ocorrência de hidroplanagem numa rodovia, cuja divulgação possa contribuir na prevenção do fenômeno;
- c) análise quanto à existência de fatores comuns ou de contribuição predominante entre eventos de hidroplanagem registrados em rodovias do Rio Grande do Sul.

2.3 PRESSUPOSTOS

A hidroplanagem é um fenômeno que pode ocorrer de maneira simultânea a outros eventos ou circunstâncias capazes de afetar seu desencadeamento ou evolução. Desta forma, foram considerados os seguintes pressupostos:

- a) os efeitos da resistência do ar sobre as rodas dos veículos em deslocamento são admitidos como insignificantes diante da magnitude dos sistemas de forças envolvidos na dinâmica analisada;
- b) a camada de água sobre a pista de rolamento é considerada homogênea, não sendo considerada a possibilidade de mistura de partículas ou elementos sólidos que possam afetar a aderência dos pneus ao leito rodoviário;
- c) os efeitos aerodinâmicos sofridos pelo veículo em decorrência do deslocamento são considerados irrelevantes para a análise dos eventos.

2.4 DELIMITAÇÕES

Este estudo se restringe ao ambiente rodoviário dotado de pavimentação asfáltica ou em concreto de cimento Portland, envolvendo automóveis.

2.5 LIMITAÇÕES

O estudo quantitativo sobre os eventos a partir de boletins policiais tende a ser parcialmente prejudicado em decorrência da ausência de registro específico de hidroplanagens, já que a origem dos atendimentos realizados pelas instituições policiais é o acidente rodoviário, sendo então necessário que a identificação do fenômeno seja procedida a partir da análise dos indícios transcritos pelos agentes, afetando a base de dados.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi desenvolvido entre os meses de maio e novembro de 2009, sendo preliminarmente procedida uma pesquisa bibliográfica voltada ao reconhecimento do fenômeno estudado, à compreensão de sua dinâmica e respectivos níveis de participação dos componentes ou agentes envolvidos, tendo sido organizada uma abordagem descritiva.

Posteriormente foi realizada uma pesquisa de campo visando a obtenção de dados sobre a incidência real de hidroplanagens nas rodovias. Esta tarefa foi composta por duas abordagens distintas, cada uma delas dividida em duas etapas. A primeira abordagem se constituiu na estruturação de questionários produzidos de acordo com o que ensina Richardson (1999, p. 189-206), aplicados a condutores de veículos e agentes de fiscalização de trânsito a fim de coletar informações e percepções a respeito do evento estudado.

Paralelamente foi desenvolvida uma rotina de levantamento de dados que permitiu acesso a uma amostra de eventos de hidroplanagem no âmbito do Rio Grande do Sul. Ao conjunto de subsídios coletados foi dispensado predominantemente um tratamento qualitativo, e, de maneira complementar, tratamento quantitativo aos dados que comportaram tal sistematização, com vistas à compreensão e contextualização do fenômeno da hidroplanagem e das medidas que possam ser empregadas para reduzir seu risco de ocorrência. A figura 1 fornece uma visão geral a respeito das fases principais do trabalho.

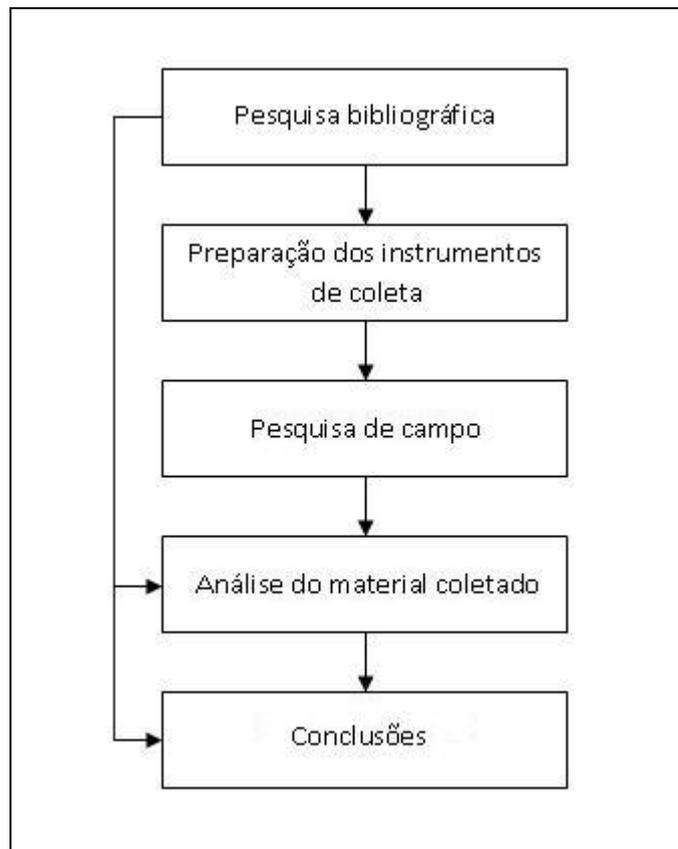


Figura 1: representação esquemática do delineamento da pesquisa

3 TRÂNSITO E HIDROPLANAGEM

Para uma adequada compreensão de toda a dinâmica que envolve o presente estudo, são introduzidas algumas considerações a respeito do trânsito, do que vem a ser e a maneira como ocorre uma hidroplanagem, seus riscos e potenciais conseqüências. Também são citadas algumas sugestões de procedimentos de prevenção encontradas em diferentes tipos de fontes dirigidas a condutores e usuários do sistema de trânsito em geral.

3.1 O TRÂNSITO CONTEMPORÂNEO

Nos dias atuais, o trânsito faz parte das rotinas da maioria dos cidadãos urbanos e de grande parte da população rural, respeitadas as características dos respectivos ambientes. A necessidade de deslocamento de pessoas ou cargas entre diferentes lugares é uma constante, verdadeiramente imprescindível ao desenvolvimento econômico e social.

Desde o início das aglomerações urbanas, já na Roma Antiga, quando pessoas e rústicos veículos de tração animal passaram a dividir o mesmo espaço, há notícias de sumária regulamentação do uso dos passeios. Objetivando disciplinar a utilização dos espaços, organizando uma espécie de sistema de trânsito, cuja evolução se deu de forma não linear, pois preservou relativa estabilidade de demanda ao longo de muitos séculos, sofrendo um grande salto a partir do início do século XX (VASCONCELLOS, 1998, p. 7-8).

Um marco significativo na evolução do sistema de trânsito foi a invenção do motor a combustão e o conseqüente desenvolvimento dos veículos automotores, cuja evolução e expansão quantitativa contribuiu sobremaneira para facilitar a vida do homem moderno. O trânsito, no entanto, passou a apresentar uma outra face, qual seja a de fonte de acidentes, com decorrentes danos materiais e lesões ou morte de pessoas envolvidas.

O que se constata então é uma demanda social continuada, pois o trânsito moderno funciona como um mecanismo sujeito a diversos fatores intervenientes, cuja interação pode provocar diferentes tipos de resultados, desde os mais favoráveis até os mais trágicos, num ciclo de expectativas conflitantes. O desenvolvimento de dispositivos de segurança dos veículos, como *airbags*, novos sistemas de frenagem e suspensão viabilizou às montadoras o

desenvolvimento de veículos de maior desenvoltura ou potência, permitindo uso mais arrojado por parte dos motoristas. Estes passaram então a necessitar de restrições mais específicas para proporcionar segurança aos usuários do sistema de trânsito, gerando então uma relação efetivamente cíclica, onde cada evolução cria uma demanda num novo componente, impedindo que se alcance um limite definitivo para o processo.

Pode-se compreender facilmente que o ser humano é o fator crítico e de mais difícil controle no sistema de trânsito (AUSTROADS¹, 1994 apud SCHOPF, 2006, p. 22). Todos os demais fatores podem ser regulados ou controlados com significativa eficácia, no entanto o ser humano, enquanto partícipe do processo em qualquer uma de suas possibilidades, condutor, passageiro ou pedestre, pode apresentar ações ou reações afins a seu arbítrio, eventualmente desviando da conduta esperada, tida como normal para as circunstâncias onde esteja inserido. Exemplos deste tipo de fenômeno podem ser identificados nas infrações de trânsito cometidas por condutores de veículos automotores, por pedestres que desconsideram as áreas de alto risco existentes nas vias públicas e se arriscam em travessias, ou passageiros que desafiam as normas de conduta, acomodando-se em espaços inadequados ao transporte de passageiros, como caçambas de veículos de carga, ou agarrados externamente às portas de veículos de transporte coletivo.

Efetivamente, se verifica que todos os componentes do sistema de trânsito tem sido aprimorados ao longo do tempo, acompanhando a evolução da demanda e do próprio sistema. Veículos são produzidos com inovações tecnológicas capazes de proporcionar maior velocidade com estabilidade, segurança nas frenagens, redução da transmissão de impacto aos ocupantes em casos de acidentes, redução do consumo de combustível, enfim, inúmeros itens que podem ser classificados como aperfeiçoamentos eficazes do veículo (MARQUES, 2008).

As vias foram também aprimoradas, sendo desenvolvidos novos tipos de revestimentos, com características mais adequadas aos usos a que se destinam, bem como foram estudadas e implantadas novas orientações nos projetos, adequando-se desenho em planta, abrangendo as quantidades e larguras das faixas de rolamento, e perfil, compreendendo as declividades laterais e as superelevações nas curvas (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 2001; RIO GRANDE DO SUL, 1991).

¹ AUSTROADS. **Road safety audit**. Austrália: Austroads National Office, 1994.

O regramento que age sobre o sistema tem sido objeto de constantes atualizações em diversos países, em particular, a norma em vigor no Brasil, o Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 2002), é reconhecida como um dispositivo legal tecnicamente avançado, bastante adequado às peculiaridades regionais da Nação, contando com permanente atualização e complementação através de Resoluções expedidas pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) que disciplinam ou complementam os temas que exijam tal medida.

Um ponto sensível do sistema de trânsito vem a ser, na atualidade, exatamente aquele que o concebeu: o homem. Como partícipe obrigatório, está sujeito a uma vasta gama de possibilidades de comportamentos, muitos dos quais descompassados dos interesses da coletividade (VASCONCELLOS, 1998, p. 19-20; CARVALHO JUNIOR, 2006, p. 28).

Os interesses de uma sociedade podem ser sumariamente designados como o bem comum, mundialmente definido de diferentes maneiras, mas basicamente concebido como o respeito aos direitos de todas as pessoas, sustentado na Declaração Universal dos Direitos Humanos, acatada nas cartas magnas dos diversos países democráticos. Eis que pode o homem agir de acordo com seu arbítrio, portanto, decidindo o que irá ou não acatar, submetendo-se às restrições do regramento vigente. Importa considerar a hipótese de que o ser humano, ora visto como agente no sistema de trânsito, incida em erro quanto ao regramento citado, recaindo então na circunstância de imprudência, imperícia ou negligência, de acordo com cada situação em que venha a atuar, gerando diversas possibilidades de contribuição para a ocorrência de um fenômeno imprevisto ou indesejável.

Cabe na presente abordagem um breve esclarecimento a respeito do que venha a ser e as respectivas diferenças entre os termos imperícia, imprudência ou negligência, já que, citados, integram mais do que um simples raciocínio, mas circunscrevem a condição legal da culpa nos eventos de transgressões de norma (BRASIL, 1988, p. 13). A compreensão destes termos no contexto do exercício do arbítrio do ser humano sobre o sistema de trânsito é um fator importante para que seja possível atuar sobre este componente.

Nucci (2005, p. 184) esclarece que a imperícia é a incapacidade ou falta de conhecimento necessário para a realização de um ato: a pessoa não sabe fazer, ou não sabe dimensionar a potencialidade de risco que um determinado ato possa apresentar. A imprudência se caracteriza como uma forma ativa de culpa, é o ato de alguém que conhece o objeto de sua ação, compreende o que está fazendo, mas desconsidera a possibilidade de resultados

desfavoráveis, age sem cautela. A negligência se caracteriza pela adoção de uma atitude passiva, menosprezando os resultados, apesar do dever de cuidado objetivo determinar procedimento diverso, o agente deixa de adotar as medidas preventivas necessárias.

Cumpra salientar que não só a capacitação, mas também a qualificação de uma pessoa como condutora de veículos estão integradas num complexo processo de aprendizagem. Não se trata simplesmente de transmissão de informações, abrange também um certo nível de treinamento prático, cuja eficácia dependerá das condições de assimilação e das experiências pessoais daquele indivíduo.

Conforme Elvik e Vaa² (2005 apud SCHOPF, 2006), a explicação do porquê dos acidentes viários não é um conhecimento pacífico, diversas teorias foram elaboradas ao longo do tempo a fim de propor soluções. Entre elas pode-se citar:

- a) acidentes como eventos puramente aleatórios, segundo a qual não seria possível estabelecer qualquer tipo de controle sobre os eventos;
- b) da propensão aos acidentes, onde algumas pessoas eram mais propensas a se envolverem em acidentes do que outras;
- c) da causalidade, cuja linha de argumentação é que a prevenção só seria possível se fossem conhecidas as reais causas dos acidentes;
- d) sistêmica e epidemiológica, segundo a qual os acidentes resultam de interações mal-ajustadas entre os componentes do sistema viário;
- e) comportamental, abrangendo a do risco homeostático, sugere que o problema dos acidentes é insolúvel, o homem avalia e aceita um determinado nível de risco, só haverá mudança nos índices se o ser humano modificar o nível de risco aceito e passar então a agir de acordo com este novo patamar.

A busca da redução da quantidade de acidentes e da respectiva gravidade é um esforço permanente de diversas instituições de todo o Planeta (NODARI; LINDAU, 2001, p. 61), implicando em pesados investimentos de capital. O evento da hidroplanagem está situado no contexto da acidentalidade como uma causa potencial, cuja peculiaridade da falta de controle momentâneo sobre o veículo permite que sejam alcançados efeitos de distintas magnitudes, desde um simples susto até a situação de um acidente com morte.

² ELVIK, R.; VAA, T. **The handbook of roadsafety measures**. Londres: Elsevier, 2005.

3.2 HIDROPLANAGEM: EXPLICAÇÃO DO FENÔMENO FÍSICO NAS RODOVIAS

Para que se possa compreender adequadamente o mecanismo de desenvolvimento do fenômeno da hidroplanagem, faz-se necessário analisar previamente como se processa a interação entre o veículo, seu condutor, o ambiente de rodagem e o regramento de trânsito.

Adotando como ponto de partida o ambiente de rodagem, este precisa ser compreendido como todo o conjunto de fatores ambientais que interferem nas decisões adotadas pelo condutor do veículo, desde o tipo de revestimento existente sobre a via até as circunstâncias de níveis de serviço experimentadas. O ambiente atua externamente ao veículo, representando um conjunto de fatores que se apresentam ao condutor ora na condição de balizadores do tráfego, ora na condição de desafios que precisam ser superados, cabendo ao condutor a tarefa de interpretá-los e tomar as decisões necessárias (BRASIL, 1984, p. 13).

O veículo apresenta uma condição mista, pois simultaneamente está sob controle do condutor, que exerce o domínio sobre a máquina e lhe determina as manobras; bem como pode ser visto como uma composição de uma série de dispositivos mecânicos e eletrônicos cujo funcionamento exige níveis mínimos de confiabilidade, sob pena de que seja rompido o atendimento das manobras definidas pelo condutor, tendo-se então a circunstância de descontrole sobre o veículo. Vê-se, pois, a importância da manutenção preventiva dos veículos como fator determinante da preservação do nível de confiabilidade destes (BRASIL, 1984, p. 49).

O regramento de trânsito atua disciplinando o condutor, padronizando os preceitos que viabilizam o sistema de tráfego, estabelecendo as normas de convivência deste tipo de ambiente, delimitando o arbítrio do condutor, restringindo o alcance de suas decisões em favor de valores inerentes ao ambiente social moderno. O desrespeito à legislação aparece como uma das principais causas de acidentes (NODARI; LINDAU, 2001, p. 79).

Finalmente considera-se o condutor em si, ou seja, a pessoa que irá determinar ações, tomar as decisões e dar mobilidade ao trânsito. Cabe então evidenciar que o condutor é uma pessoa formada a partir de suas experiências individuais, portanto não se pode prever qualquer tipo de padronização do condutor além da formação específica prevista para o processo de

habilitação, respeitadas as peculiaridades da capacidade individual de compreensão e assimilação de conteúdos e práticas.

Por outro lado, é preciso considerar que o treinamento fornecido ao condutor não é garantia de padronização de resposta diante dos eventos que irão se apresentar durante a execução da tarefa de dirigir. Há muitos outros fatores que afetam a capacidade de resposta e de tomada de decisão por parte do condutor, desde a capacitação recebida até circunstâncias afetas ao momento dos eventos, como, por exemplo, o estado de sonolência ou enfrentamento de adversidades climáticas (CAMARGO, 1991, p. 50-51; LAMM et al., 1999, p. 19.11). A relação entre as componentes apresentadas pode ser compreendida através do esquema representativo apresentado na figura 2.

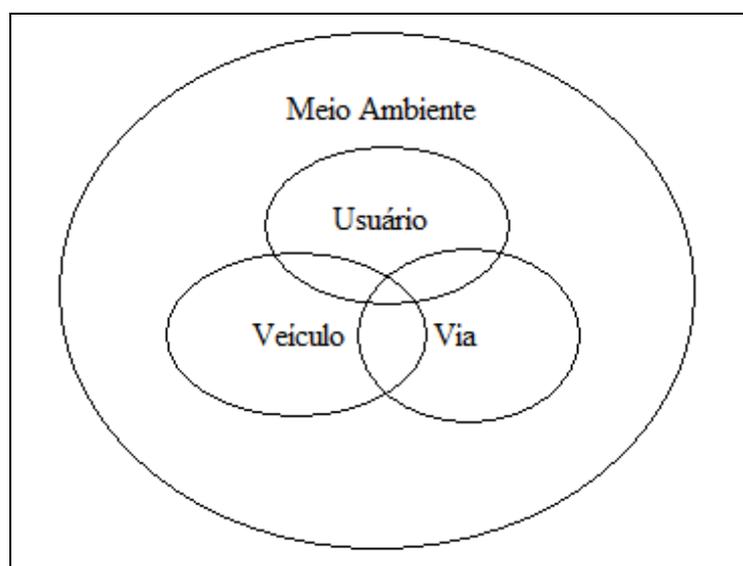


Figura 2: diagrama esquemático das relações no trânsito
(adaptado de ALBANO, 2009, p. 115)

Para que a interação funcione entre todos os fatores componentes descritos, algumas circunstâncias precisam ser respeitadas. A execução da vontade do condutor no que diz respeito ao itinerário de tráfego se estrutura a partir da sua interpretação do ambiente, que define então ao veículo a manobra escolhida, que será executada através dos dispositivos mecânicos e eletrônicos do veículo. Note-se que a relação entre o veículo e o ambiente se dá, fisicamente, através do contato dos pneus, que irão definir fisicamente direção, sentido, velocidade e aceleração (SERVIÇO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 1984, p. 38).

Verifica-se, então, quão importante é a interação pneu-pavimento para que a atividade de condução do veículo seja bem sucedida, pois seu desatendimento, ou seja, uma eventual perda de aderência poderá implicar na falha do sistema proposto como base para a eficácia da condução. A hidroplanagem é um tipo de fenômeno que se processa mediante condições específicas, cujo resultado final vem a ser exatamente esta perda de aderência entre o pneu e a superfície de rolamento.

O evento da hidroplanagem compreende a circunstância de que durante o deslocamento de um veículo, existindo sobre a pista de rodagem uma camada de água, o pneu perde a aderência com a pista e passa a rodar sobre a camada de água, perdendo a capacidade de execução das manobras determinadas pelo condutor (BRASIL, 1991, p. 19). Para que se possa compreender melhor o fenômeno, é interessante que sejam analisados separadamente os componentes e circunstâncias essenciais diretamente envolvidos, ou seja, pavimento, pneu, água e sistema de forças.

O pavimento sobre o qual trafega o pneu é um componente estático, a partir de sua produção fica sujeito exclusivamente aos efeitos físicos decorrentes do uso e da qualidade intrínseca, como desgaste, fadiga e ruptura. Está sujeito a normas técnicas que estabelecem os requisitos que deverão ser atendidos: desde a capacidade de suporte de carga, até os limites angulares de concordância horizontal entre pistas que se cruzam, incluindo o detalhamento dos dispositivos passivos de segurança que devem ser instalados ao longo da pista de rolamento.

Entre as diferentes possibilidades de revestimento para pavimentação das vias rodoviárias, este trabalho considerou somente os produzidos a partir de mistura asfáltica ou concreto de cimento Portland. Estudos têm sido desenvolvidos e produzidos trechos experimentais utilizando componentes alternativos que propiciem características de interesse econômico ou ambiental, preservando-se, no entanto, as principais características de projeto, como rugosidade e desenho (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 2001, p. 133-137).

A rugosidade dos pavimentos asfálticos e em cimento Portland possui semelhança, apresentando significância limitada na análise do evento da hidroplanagem. A característica do pavimento que irá merecer atenção especial neste estudo será a capacidade de drenagem da pista, pois irá definir a possibilidade ou não de acumulação de água das chuvas sobre o leito viário. Note-se que em todo o mundo há este tipo de preocupação de projeto, que deve

considerar também as peculiaridades climáticas da região onde será instalada a rodovia, a fim de que seja atendida a demanda hídrica local.

A AASHTO (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 2001, p. 286-292), dedica especial atenção à drenagem viária, considerada como uma componente que afeta diretamente o processo de projeto de rodovias, tendo produzido inclusive manuais específicos a respeito do tema. Tal relevância se justifica pela necessidade de que a rodovia seja operacional sob condições climáticas adversas, e pelo fato de que decisões de projeto, oportunamente adotadas, normalmente resultem vantajosas economicamente frente a medidas corretivas, uma vez que estruturas drenantes normalmente são instaladas em cotas inferiores às do revestimento do pavimento. No âmbito nacional, incumbe ao Ministério dos Transportes, através do Departamento Nacional de Infra-Estrutura dos Transportes (DNIT), a edição de normas relativas a projetos e construção de rodovias, no Rio Grande do Sul tal tarefa fica a cargo da Secretaria dos Transportes, através do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER).

O detalhamento dos sistemas de drenagem recebe uma atenção especial na legislação brasileira, onde o Manual de Drenagem de Rodovias (BRASIL, 2006) traz as orientações relativas aos dispositivos de drenagem que podem ser utilizados em rodovias. A legislação estadual, por força do ordenamento jurídico vigente, complementa a norma federal e acresce detalhamento afim às peculiaridades regionais.

Exemplificando, sob o ponto de vista da geometria das rodovias, as normas estaduais (RIO GRANDE DO SUL, 1991) e federais (BRASIL, 2006) definem para segmentos retilíneos uma inclinação transversal mínima de 2% na faixa de rolamento e uma inclinação longitudinal (rampa) mínima de 1% nos trechos de corte ou seção mista, justamente para facilitar o escoamento das águas superficiais, a fim de minimizar danos ao conjunto da rodovia, inclusive colaborando para atenuar um eventual risco de hidroplanagem.

Importa reconhecer que os sistemas de drenagem não estão vinculados estritamente ao evento da hidroplanagem, pois efetivamente se destinam a preservar trafegáveis as pistas de rodagem. Mas, em muitos casos, mesmo com a presença dos dispositivos de drenagem eficazes, o leito viário acumula finas lâminas de água durante precipitações de maior intensidade.

O efeito de acúmulo de água de chuva sobre as pistas de uma rodovia tende a obedecer um padrão natural diante das configurações usuais de projeto, onde a água escoar do eixo para a lateral externa das pistas, como exemplifica a figura 3. Verifica-se então que em rodovias onde tenha sido observado o regramento de projeto vigente, as faixas de rolamento posicionadas à direita do sentido de fluxo tendem a acumular maior quantidade de água, pois além da precipitação direta, recebem também a água que escoar das pistas de maior cota.

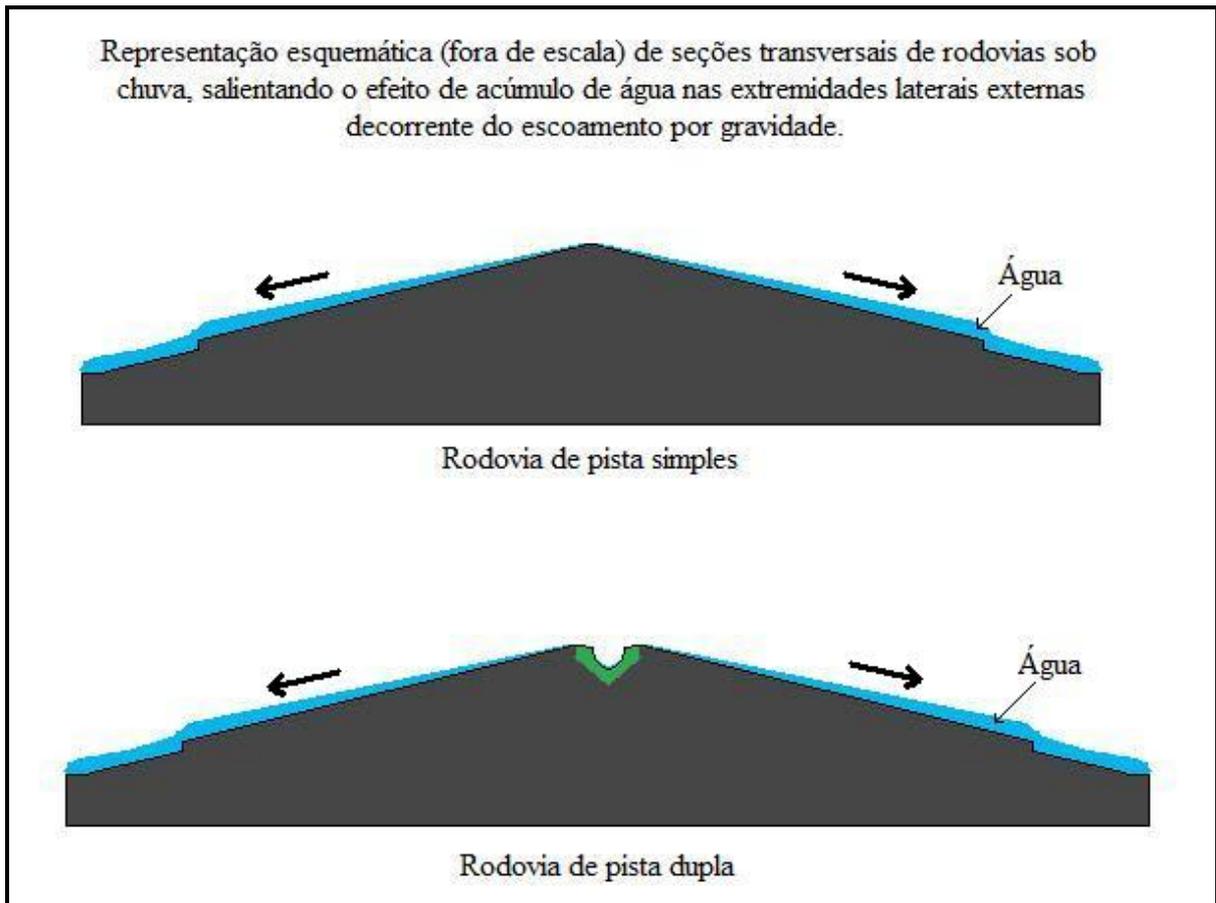


Figura 3: simulação do acúmulo instantâneo de água durante a chuva

Há ainda a possibilidade de que a falta de manutenção ou alterações de características do entorno da rodovia venham a prejudicar a eficácia dos dispositivos de drenagem, podendo provocar acúmulo de água sobre a pista, mesmo diante de precipitações de menor intensidade, o que propiciaria uma das condições para a ocorrência do evento sob estudo.

O segundo elemento a ser analisado é o pneu do veículo, diferentemente do revestimento da rodovia, as condições de uso deste são controladas diretamente pelo condutor do veículo. Na legislação brasileira, o pneu é considerado um equipamento obrigatório (BRASIL, 1998),

incumbindo ao condutor a responsabilidade sobre as condições físicas daquele, sob pena de multa e retenção do veículo para regularização do veículo (BRASIL, 2002, p. 80).

A principal especificação referente aos pneus tem por objetivo assegurar níveis adequados de confiabilidade de aderência para o contato pneu-pavimento, permitindo que o condutor exerça efetivamente o controle do veículo. A premissa em tela é definida na legislação brasileira através do art. 4 da Resolução n. 558 do CONTRAN (BRASIL, 1980), que especifica um limite admissível de desgaste dos pneus através da profundidade residual dos sulcos da banda de rodagem. Tal limite é fixado em 1,6 mm, a partir do qual o pneu é considerado sem condições de uso, sujeitando então o veículo às sanções já referidas.

Os sulcos da banda de rodagem podem ser desenhados de diferentes formas, no entanto a característica de profundidade mínima se deve exatamente ao fato de que se destinam a permitir o eventual rompimento da lâmina de água depositada sobre a pista de rolamento. Durante o movimento do veículo há a necessidade de um rápido deslocamento da água superficial a fim de que o topo da banda de rodagem possa estabelecer contato eficaz com o pavimento, neste momento uma parte da água que está depositada sobre o pavimento é projetada obliquamente para fora do eixo de deslocamento, no entanto uma parte do fluido é acomodado nos sulcos, otimizando o contato pneu-pavimento nesta condição adversa. A figura 4 mostra os principais componentes de um pneu, permitindo que se identifique claramente o que vem a ser a banda de rodagem. Segundo a Pirelli Pneus (2009), avanços tecnológicos decorrentes de estudos e pesquisas realizados por fabricantes de pneus permitiram a concepção de pneus cujo desenho ou composição apresentem melhor desempenho de tráfego sobre pavimento recoberto por água.

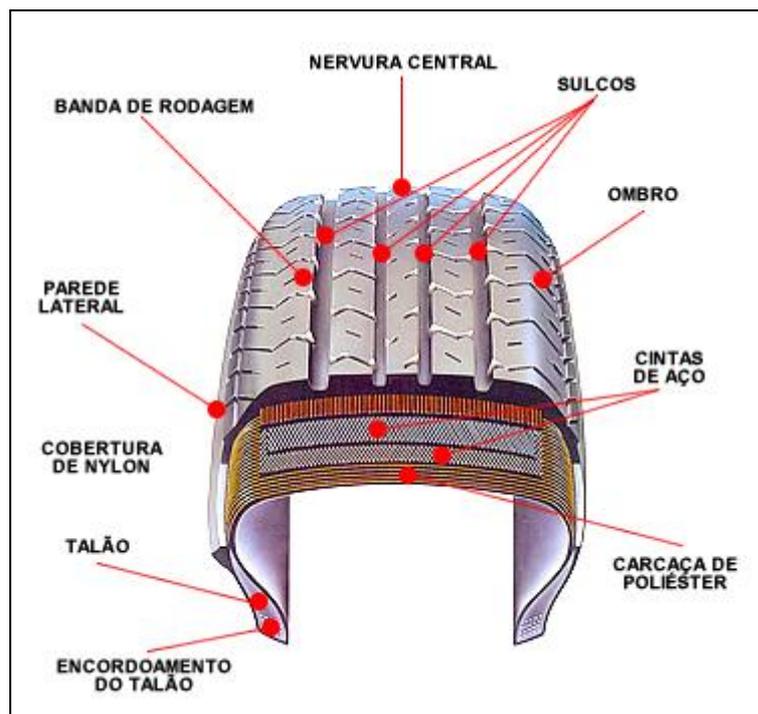


Figura 4: estrutura básica de um pneu radial
(BRAZIL TIRES COMÉRCIO DE PNEUS, 2009)

Passando a analisar a lâmina de água necessária para que se configure o evento da hidroplanagem, verifica-se preliminarmente que a definição de espessura mínima é de valia relativa na identificação do fenômeno, principalmente ao considerar que por ocasião da operação da via não será possível prever com precisão satisfatória a espessura de lâmina de água que viria a se formar. Esta indefinição decorre de diferentes fatores, desde a previsível capacidade de drenagem (de projeto), até as imprevisíveis obstruções de dutos de drenagem ou precipitação extraordinária.

Para fins de análise didática, verifica-se que a espessura da lâmina de água tem significação relativa, pois influencia de forma dinâmica na consecução do fenômeno da hidroplanagem, de maneira proporcional aos demais fatores (considerando que se trata de um evento onde é fator preponderante a capacidade de drenagem da água para que a superfície do pneu estabeleça contato efetivo com o pavimento). Conforme Camargo (1991, p. 26), lâminas de água com espessuras menores terão capacidade de viabilizar uma hidroplanagem caso o veículo trafegue em velocidade muito elevada, que não permita a drenagem citada, por outro lado, mesmo sobre espessuras relevantes de água, um veículo tem condições de rodar em baixa velocidade com relativa segurança. Este aspecto será melhor explicitado quando da análise dinâmica do fenômeno.

O sistema de forças atuantes na interface pneu-pavimento é basicamente sustentado sobre a resistência fornecida pelo atrito entre estas duas superfícies, consideradas uma base fixa e um corpo com massa significativa que desenvolve uma velocidade resultante da interação de um conjunto de forças, que podem, ou não, provocar acelerações lineares ou mudanças de direção (LAMM et al., 1999, p. 10.22-10.29).

O atrito entre o pneu e o pavimento é fundamental para que o veículo atenda o comando determinado pelo condutor. A figura 5 apresenta esquematicamente o diagrama de forças horizontais envolvidas numa situação de tráfego comum, onde a roda do veículo gira numa velocidade angular qualquer, e as superfícies do pneu e do pavimento preservam entre si velocidade relativa igual a zero no ponto de contato, ou seja, não há deslizamento entre eles.

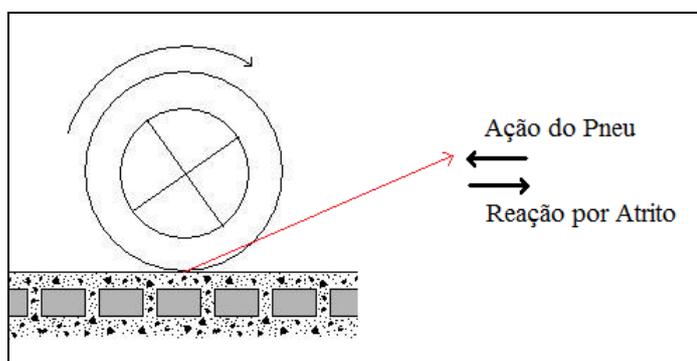


Figura 5: sistema de forças horizontais atuantes no ponto de contato pneu-pavimento

Importa salientar que a correlação entre a força implementada pelo pneu deve corresponder à reação proporcionada pelo atrito, inclusive nas ocasiões de mudança de direção, onde há uma componente inercial oriunda da massa do veículo que provoca uma força oblíqua em relação ao eixo de deslocamento, ocorrendo, portanto, um diagrama similar, só que sem a característica de ortogonalidade em relação ao eixo da roda (CAMARGO, 1991, p. 24).

Passando a uma análise tridimensional, são acrescentadas ao sistema as componentes decorrentes da fração do peso do veículo que é transmitida ao pneu, surgindo então a decorrente força vertical de resistência, que é exercida pelo pavimento sobre o pneu (LAMM et al., 1999, p. 10.22-10.25). Estas assumem a função de assegurar o contato pneu-pavimento, tendendo a ser delimitada a área de contato de acordo com as características de peso e pressão dos pneus.

É instintiva a compreensão de que ao incidir sobre uma lâmina de água, o pneu tende a afastá-la, removendo-a de seu estado de repouso pela penetração da banda de rodagem (SERVIÇO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 1984, p. 38). Neste momento, uma parcela da água é acomodada nos sulcos da banda de rodagem e o restante tende a ser projetado para fora da área destinada ao contato pneu-pavimento, gerando sobre o pavimento uma trilha seca que normalmente pode ser observada imediatamente após a passagem do pneu. Esta trilha indica que o pneu cumpriu a função de aderência com o pavimento, numa circunstância de hidroplanagem tal trilha não será verificada. Para uma melhor compreensão desta dinâmica, foi produzida a sequência de imagens constante da figura 6, que representa inicialmente o movimento de uma roda sobre pavimento seco, passando pela condição de pista alagada sem que haja hidroplanagem, chegando à configuração desta.

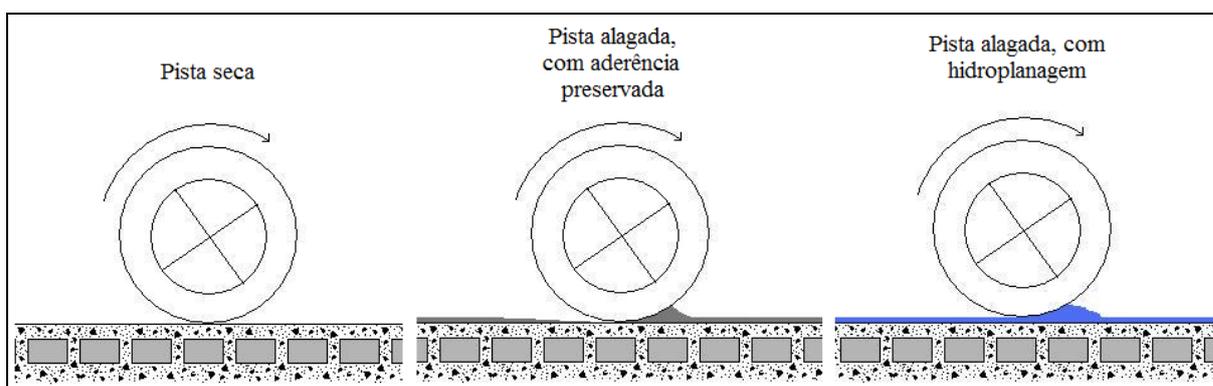


Figura 6: representação esquemática da hidroplanagem

Em Pneus... (2007) encontra-se registro de vários experimentos onde um mesmo automóvel foi testado com jogos de pneus em diferentes estados de desgaste. O primeiro conjunto de testes foi realizado sobre pavimento molhado e se destinou a avaliar a distância total de frenagem para desaceleração de 80 km/h até a parada do veículo. O segundo conjunto de testes foi realizado sobre pista saturada com uma lâmina de água de 7,5 mm, sendo então analisada a ocorrência de hidroplanagem durante o deslocamento do veículo em reta e em curva, resultando algumas constatações bastante relevantes ao presente estudo.

O primeiro tópico de interesse é uma informação produzida a partir de duas imagens de superfícies de um pneu que estava em contato com o pavimento quando do deslocamento do veículo sobre pista coberta por uma lâmina de água, respectivamente nas velocidades de 60 km/h e 100 km/h (figura 7).

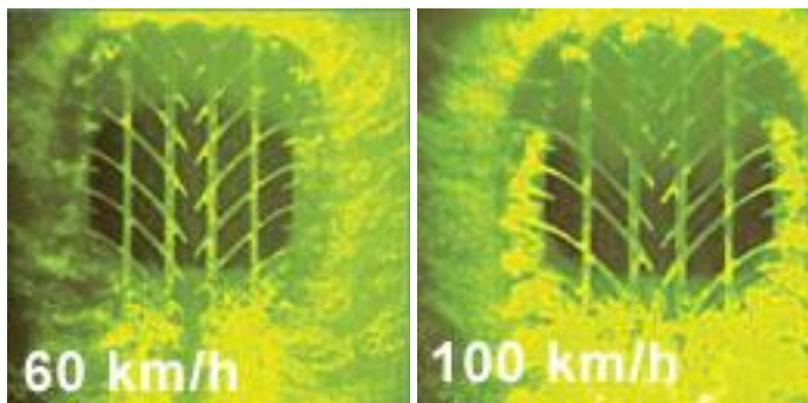


Figura 7: contato pneu-pavimento sob diferentes velocidades (PNEUS..., 2007)

As imagens foram captadas a partir da colocação de câmeras abaixo do nível do solo, sob placas de vidro, permitindo a constatação de que as superfícies de contato do pneu com o pavimento são diferentes em razão da velocidade exercida pelo veículo. Cabe evidenciar que tratava-se de um pneu novo, portanto com boas condições de escoamento da água.

A área mais escura no centro das fotos é o segmento de pneu que está em contato efetivo com o pavimento, pode-se perceber a redução desta área de contato na foto produzida quando a velocidade do veículo era superior. Este dado não permite inferências quantitativas, pois está sendo analisado a partir de um ambiente distinto do usual, uma vez que a superfície do vidro apresenta características distintas da encontrada num pavimento comum, no entanto, é possível identificar a efetiva alteração de padrão entre as duas situações e a consequente confirmação da relevância do fator velocidade na dinâmica do fenômeno da hidroplanagem.

O segundo tópico que chama a atenção em relação à hidroplanagem são os resultados verificados neste estudo com a utilização de pneus com diferentes níveis de desgaste, onde é possível verificar a relevância deste quesito na eficácia do controle do veículo pelo condutor sob condições adequadas à incidência do evento.

O experimento comparou as respostas de três jogos de pneus com bandas de rodagem cujas profundidades dos sulcos eram de 8 mm (pneu na condição de novo), 4 mm (pneu na condição de uso intermediário) e 1,6 mm (pneu no limite de utilização). Foram então procedidas medições para frenagem sobre pista molhada, partindo da velocidade inicial de 80 km/h até a parada do veículo, e aceleração do veículo sobre pista saturada com uma lâmina de água de 7,5 mm até que se configurasse a hidroplanagem, primeiramente em trajeto retilíneo e posteriormente em curvas. No quadro 1 há uma compilação das médias dos dados obtidos.

Profundidade do sulco	Frenagem (80 km/h a 0 km/h)	Aquaplanagem em reta	Aquaplanagem em curva
8 mm	32,5 m	100 km/h	80 km/h
4 mm	38,2 m	85 km/h	75 km/h
1,6 mm	42,4 m	64 km/h	60 km/h

Quadro 1: compilação dos dados experimentais (adaptado de PNEUS... , 2007)

O experimento em questão (PNEUS... , 2007) salienta ainda alguns detalhes relevantes, o veículo utilizado dispunha de freios com ABS e, ao ser realizado, quando do uso de pneus com sulcos de 8 mm e de 4 mm, o veículo sofreu perdas parciais de aderência antes do descontrole total, em velocidades levemente inferiores àquelas em que foi efetivamente verificado o deslizamento, estas perdas serviram de sinal ao piloto, que pode perceber a iminência do evento. Por outro lado, o teste dos pneus com sulcos de 1,6 mm conduziu o veículo diretamente à hidroplanagem, sem quaisquer manifestações que pudessem indicar previamente sua incidência.

A evidente redução da velocidade limite para a ocorrência do evento em curvas precisa ser compreendida como o resultado da inserção de uma força inercial tangencial que tende a afastar o veículo da direção que está sendo proposta pelo condutor. O que se verifica de fato é que numa hidroplanagem em reta se está lidando somente com a interposição do fluido na interface pneu-pavimento, enquanto num trecho de curva, a inércia direcional amplia, em módulo, a exigência de atrito entre as superfícies, que ao superar o valor limite correspondente à relação estática e ingressar em circunstância dinâmica, cujo módulo limite é inferior, gera a perda do controle sobre o veículo mediante deslizamento.

A partir dos dados apresentados, pode-se considerar que a hidroplanagem venha a acontecer de forma gradual, proporcional ao incremento de velocidade. Tal premissa, no entanto, é falha diante das condições reais experimentadas nas rodovias, pois mudanças de características da pista podem promover repentinamente as condições para a configuração do evento, como o ingresso em uma superfície côncava, onde haja acúmulo de água, ou simplesmente a transição de um trecho reto para um em curva, onde a hidroplanagem ocorre a velocidades menores.

Outra consideração relevante ao presente estudo é o fato de que em situações reais, não há de se considerar um padrão para a espessura da lâmina de água sobre o pavimento, pois seu acúmulo pode ocorrer de diferentes maneiras, inclusive em situações onde o pavimento

apresente desnível, concentrando uma maior quantidade de água num dos lados da faixa. Durante a pesquisa bibliográfica desenvolvida, não foram obtidos dados relativos a experimentos que avaliassem, com confiabilidade metodológica, a evolução do evento sobre lâminas de água de diferentes espessuras.

Há ainda a possibilidade de que um veículo que trafega numa rodovia ingresse bruscamente num trecho alagado, submetendo então repentinamente o veículo às condições necessárias para a configuração de uma hidroplanagem. Tal circunstância é citada nas orientações de direção defensiva, no sentido de que os condutores evitem a prática de acessar poças de água para lavar a parte de baixo dos veículos (SERVIÇO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 1984, p. 41).

De todas as considerações apresentadas até este ponto, pode-se perceber que o evento da hidroplanagem se constitui de uma particular conjunção de fatores, muitos dos quais só podem ser quantificados sob condições hipotéticas e controladas. A compreensão disso é fundamental para o estabelecimento de medidas que sejam capazes de reduzir incidências e atenuar consequências.

3.3 RISCOS E CONSEQUÊNCIAS

Compreendida a complexidade da relação que se processa no ambiente do trânsito, envolvendo veículo, via, condutor, meio ambiente e regramento, e o que vem a ser a hidroplanagem, pode-se inferir algumas considerações a respeito da relevância deste fenômeno no contexto em que se insere.

Não foi possível identificar fontes que apontassem satisfatoriamente informações quantitativas, nem qualitativas, a respeito da incidência do fenômeno da hidroplanagem em rodovias. As estatísticas produzidas por órgãos públicos ficam centradas em dados de compilação mais objetiva, como números de acidentes, tipos de veículos, quantificação de vítimas, tipo e horário de maior incidência, e outras características de fácil identificação.

Indicativos secundários sugerem o incremento quantitativo de acidentes em dias chuvosos, como exemplo, Paula e Duarte (1996) estudaram uma parcela da área urbana do município de São Paulo, aproximada aos limites geográficos do bairro da Mooca, onde, sob condições de

contorno controladas, identificaram que em decorrência da chuva houve um aumento de 107,3% nos acidentes de trânsito verificados, em comparação aos mesmos horários e dias da semana em que houve tempo seco.

De maneira acessória, através do sítio do Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul, verificou-se que, em relação ao termo aquaplanagem, há 91 acórdãos editados, fornecendo um indicativo sobre a incidência e relevância do tema, pois tratam-se de discussões judiciais conduzidas até a segunda instância do Poder Judiciário, circunstância que autoriza pressuposição de que a quantidade total de eventos seja bastante superior.

Da análise sumária dos acórdãos, chama a atenção o resumo do acórdão relativo à Apelação Cível Nº 70019929819, da Décima Primeira Câmara Cível, exarado em 18/06/08 (RIO GRANDE DO SUL, 2008), que reza:

ACIDENTE DE TRÂNSITO. RESPONSABILIDADE CIVIL SUBJETIVA. AQUAPLANAGEM NÃO CONFIGURA CASO FORTUITO OU FORÇA MAIOR. CULPA VERIFICADA.

A prova dos autos revelou que o acidente foi causado pela imprudência do demandado, pois trafegando em pista de rolamento precária, consciente de que a pista estava molhada, perdeu o controle o veículo e colidiu de frente com o veículo da vítima. A aquaplanagem não configura caso fortuito ou força maior porque era perfeitamente previsível. O motorista responsável deveria ter redobrado as cautelas e evitado o acidente. Como não o fez e não conseguiu demonstrar que o fato decorreu de conduta imprudente da contraparte, a sentença deve ser mantida por apresentar adequada solução ao caso dos autos. Mantidas as verbas indenizatórias, tal qual fixadas na sentença recorrida.

Verifica-se no texto do Acórdão que o entendimento do Judiciário quanto à responsabilidade sobre acidente, onde foi arguido caso fortuito como causa, manteve a responsabilização do condutor envolvido no acidente, cujo veículo aquaplanou e veio a colidir contra outro que deslocava em sentido contrário.

As premissas necessárias para que se processe uma hidroplanagem dão naturalmente a noção dos riscos inerentes à incidência deste tipo de evento, pois tem-se velocidade significativa, e incapacidade de controle do veículo pelo condutor, o que pode provocar acidentes de proporções diversas, configurando-se potencialmente desde uma saída de pista sem danos até um evento com vários óbitos.

3.4 A PREVENÇÃO

A hidroplanagem é um evento de difícil erradicação, conforme sustenta a teoria do risco homeostático, sempre haverá resquícios de imprudência ou negligência por parte de alguns condutores. No entanto, pela própria característica multifatorial do evento, são verificadas diferentes propostas de ações que tendem a contribuir com a redução da propensão de ocorrência.

Na prática, dos quatro fatores que atuam sobre o trânsito, o poder público tem responsabilidade sobre dois, a via e o regramento. Na primeira, é possível identificar uma forte discrepância entre o ideal e a prática, eis que apesar de cercada de uma enorme quantidade de dispositivos legais que forcem o poder público a agir com qualidade, são frequentes os flagrantes de deficiência de manutenção de pistas existentes e precariedade de novos empreendimentos, principalmente diante das regras licitatórias em uso no País, que priorizam o baixo custo como critério de escolha das propostas. A garantia de atendimento às normas técnicas e funcionalidade das rodovias seria uma importante contribuição na prevenção de eventos de hidroplanagem.

O regramento vigente apresenta considerável excelência, no entanto são enfrentadas algumas dificuldades na operacionalização da fiscalização pelo poder público. Um exemplo de fácil constatação, afim ao presente estudo, é o fato de que até o presente momento somente o estado de São Paulo implementou a prática da inspeção veicular anual, legalmente prevista em todo o Território Nacional, e que tem por objetivo forçar os proprietários a manter um acompanhamento efetivo sobre as condições de seus veículos. Note-se que o regramento atua, na prática, sobre os demais componentes, forçando o cumprimento das regras de segurança.

Entre os diversos exemplos de dispositivos voltados à segurança viária que poderiam ser extraídos do Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 2002) estão as placas de advertência, de cunho predominantemente preventivo. A placa A-28, apresentada na figura 8, se destina a indicar áreas onde a pista de rodagem pode apresentar aderência deficiente, favorecendo o deslizamento dos veículos.



Figura 8: placa de advertência A-28 (BRASIL, 2002, p. 119)

Os outros dois fatores envolvidos, o veículo e o condutor, estão sob responsabilidade deste, não sendo possível identificar um padrão em termos da adoção de medidas básicas de segurança, pois o veículo tende a receber tratamento diferenciado, de acordo com as características de cada proprietário, que muitas vezes, obedecendo a teoria do risco homeostático, deixa de dedicar a atenção devida aos equipamentos que afetam diretamente o nível de segurança do veículo.

A postura dos condutores implica em diversas possibilidades, pois estão atuando todas as características psicológicas pessoais, submetidas a diferentes níveis de preparação para a condução veicular. Deve-se considerar que as informações repassadas durante o período de formação do condutor não possuem um aprofundamento significativo em termos de como enfrentar situações críticas, como uma hidroplanagem.

Após estas considerações, cabe ressaltar que nas fontes consultadas foram encontradas diversas indicações pontuais de ações que tendem a contribuir com a segurança num eventual enfrentamento de situação propensa à configuração de uma hidroplanagem, as principais medidas corriqueiramente apresentadas são:

- a) manter os pneus do veículo com a pressão de inflação indicada pelo fabricante (COMO..., 2009);
- b) proceder a substituição dos pneus quando alcançado o nível máximo de desgaste da banda de rodagem (BRASIL, 1980);
- c) evitar a entrada desnecessária em poças de água para lavar o fundo do veículo (SERVIÇO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 1984, p. 41);
- d) preservar velocidade baixa durante o tráfego em locais alagados, as fontes verificadas apontam como limite ideal 50 km/h (BRASIL, 1984, p. 26), que atende com relativa folga o limite observado no experimento citado.

De fato, diversos aspectos podem ser observados para melhorar o nível de segurança no tráfego quanto à possibilidade de uma hidroplanagem, no entanto muitos aspectos preventivos recaem sobre os condutores ou proprietários de veículos, retomando-se então a ausência de confiabilidade numa padronização eficaz.

4 COLETA, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A seguir serão apresentadas algumas peculiaridades relativas à dinâmica e ao desenvolvimento da coleta de dados escolhida, bem como os resultados obtidos nas três abordagens efetivadas: estudo de registros de acidentes, questionários aplicados a policiais rodoviários e questionários aplicados a condutores de veículos.

4.1 COLETA E PREPARAÇÃO DOS DADOS

De acordo com o delineamento proposto, foram produzidos dois tipos de questionários, um voltado a condutores de veículos e outro a policiais rodoviários. Ambos foram dimensionados sem pretensão de representatividade estatística, face às dificuldades de dimensionamento do universo de condutores existentes no Rio Grande do Sul e respectiva inviabilidade prática de acesso a uma amostra estatisticamente válida, tanto em relação a estes quanto aos policiais rodoviários.

O questionário destinado a condutores de veículos priorizou questões fechadas, sendo composto por 9 (nove) perguntas (conforme modelo constante do apêndice B). Foram aplicados 40 (quarenta) instrumentos, sendo que 10 (dez) tiveram invalidado o item 2.3 em decorrência de respostas que fugiram ao interesse na priorização das medidas preventivas consideradas mais importantes, sendo assinaladas mais de duas opções. Estes instrumentos foram aplicados mediante contato direto junto aos postos de pedágio localizados na rodovia BR 290 (Santo Antônio da Patrulha, em 11/10/09) e rodovia BR 290/116 (Eldorado do Sul, em 21/10/09).

O questionário destinado a policiais rodoviários foi misto, com 10 (dez) questões fechadas e 3 (três) abertas (conforme modelo constante do apêndice C). A estratégia de aplicação foi de distribuição através dos órgãos responsáveis pela atividade no âmbito do Rio Grande do Sul, sendo encaminhados 48 (quarenta e oito) instrumentos à 1ª Delegacia de Polícia Rodoviária Federal (1ª DPRF), sediada na rodovia BR 116, município de São Leopoldo, e 72 (setenta e dois) ao Comando Rodoviário da Brigada Militar (CRBM), sediado em Porto Alegre. O retorno se deu conforme a tabela 1 apresentada a seguir.

Tabela 1: resumo da distribuição e retorno de instrumentos aplicados a policiais rodoviários

	Propostos		Retornaram respondidos	
	Quantidade	% (do total)	Quantidade	% (dos propostos)
DPRF	48	40	28	58,3
CRBM	72	60	71	98,6
Total	120	100	99	82,5

Na busca de um segundo conjunto de informações a respeito da incidência de hidroplanagens nas rodovias do Rio Grande do Sul, foi pleiteado aos órgãos responsáveis pelo policiamento rodoviário no âmbito do Rio Grande do Sul (9ª Superintendência Regional de Polícia Rodoviária Federal e Comando Rodoviário da Brigada Militar) acesso a registros de acidentes em que houvesse hidroplanagem. Através de conversas informais mantidas com integrantes das duas instituições, foi verificado que ambas não procedem o registro formal deste tipo de evento nos boletins de acidentes³, não sendo portanto viável acessar este tipo de dado através dos sistemas de estatística em uso.

Partindo para uma outra estratégia de pesquisa, foi procedido um caminho inverso em relação aos registros. Foi procedida uma busca através do portal de pesquisa *vlex* (<http://vlex.com>), onde foram localizados 91 (noventa e um) acórdãos do Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul com referência direta ou citação do fenômeno da hidroplanagem (ou, textualmente, aquaplanagem), sendo então acessados os textos dos acórdãos através do sítio do Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul (www.tjrs.jus.br), onde foram também coletadas as respectivas decisões de primeiro grau, configurando um conjunto final de 92 (noventa e dois) acórdãos. A análise dos acórdãos e decisões de primeiro grau conduziu a uma depuração que resultou na validação de 30 (trinta) eventos onde foi possível perceber a ocorrência de hidroplanagem como fator contribuinte para o acidente, bem como foram atendidas as limitações metodológicas fixadas neste trabalho. O resumo quantitativo das causas de descarte de dados nesta primeira análise é exposto através da tabela 2.

³ A Polícia Rodoviária Federal adota um sistema de registro de acidentes onde o agente colhe os dados no local da ocorrência e os lança diretamente em sistema informatizado próprio, que disponibiliza certidões no formato constante do anexo A. O agente do Comando Rodoviário da Brigada Militar utiliza formulários em papel conforme modelo constante do anexo B. Vê-se que em ambos não há campo específico para registro da incidência de hidroplanagem.

Tabela 2: resumo dos motivos de descarte de registros

Motivo do descarte	Quantidade	% (do total de desqualificações)
Insuficiência de dados para caracterização	16	25,8
Evento ocorrido em área urbana	14	22,6
Envolvendo hidroplanagem de caminhão	13	21,0
Não se configurava hidroplanagem	10	16,1
Acórdãos sobre o mesmo acidente	5	8,1
Envolvendo hidroplanagem de motocicleta	3	4,8
Envolvendo hidroplanagem de ônibus	1	1,6
Total	62	100

Restando então 30 (trinta) acidentes validados, foi solicitado às instituições policiais o fornecimento de dados complementares a respeito de cada evento⁴, sendo obtido retorno de 13 (treze) acidentes, que complementaram a respectiva base de dados.

4.2 DADOS DE ACIDENTES

A análise dos dados dos acidentes validados implica algumas considerações preliminares de extrema relevância para uma adequada compreensão do nível de representatividade efetivo das informações.

Importa salientar que os dados originados nos acórdãos judiciais não apresentam representatividade estatística, pois a rotina legal faculta ao interesse ou à discricionariedade das partes envolvidas a instauração ou o prosseguimento de processos. É possível que situações semelhantes evoluam de forma distinta, mas normalmente os casos que evoluem até o Tribunal de Justiça envolvem circunstâncias de maior gravidade (na esfera do Direito Penal) ou com expectativas de ressarcimentos vultosos em decorrência, principalmente, de perdas humanas. Mesmo a quantificação de dados localizados no corpo dos textos não pode ser tomada como exata, uma vez que independente da configuração ou do montante do acidente, no campo jurídico só são avaliados os aspectos peticionados pelo autor do processo, podendo ocorrer (como se verificou ao confrontar dados judiciais com os registros policiais) que por

⁴ Mediante uma divisão prévia de acordo com a competência sobre o local do acidente, das 17 ocorrências se deram em rodovia federal somente foram localizados registros de 13; das 13 acontecidas em rodovia estadual não foi possível obter dados, pois os formulários são arquivados nos destacamentos responsáveis pelo atendimento, portanto dispersos em todo o Estado.

não serem de interesse do peticionante, parte das consequências do acidente não sejam abordadas, nem citadas, no desenrolar do processo.

O estudo dos textos judiciais precisou ser realizado com cautela diante de algumas premissas legais vigentes no ordenamento jurídico, em especial quanto ao contraditório, que vem a ser a garantia que um acusado tem de poder arguir livremente em sua defesa, na busca do convencimento do julgador. Este aspecto permitiu a verificação de inconsistências que redundaram no descarte de alguns acórdãos.

Entre os casos validados analisados encontram-se acidentes acontecidos entre os anos de 1997 e 2007, distribuídos em relação às respectivas consequências de acordo com a figura 9.

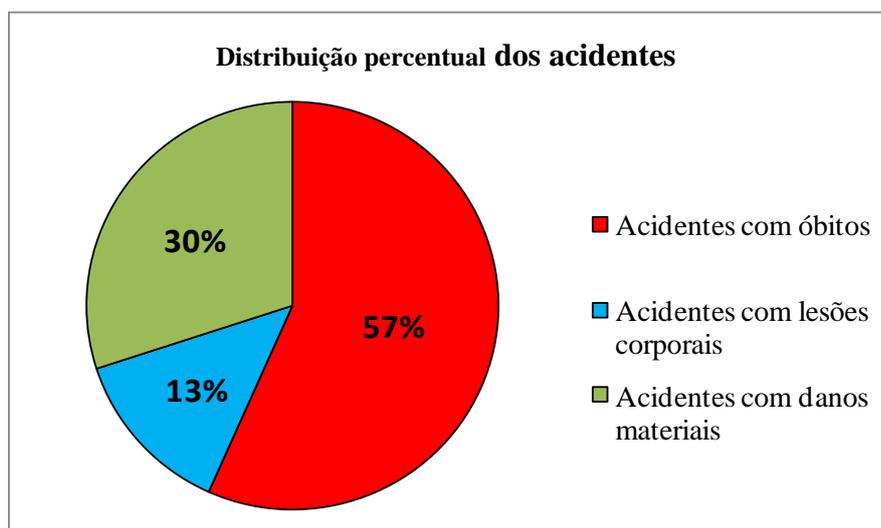


Figura 9: distribuição dos acidentes analisados em relação às consequências, com base exclusivamente em textos judiciais

Ressalvando-se o fato de que o apontamento das consequências é parcial nos textos judiciais, entre os acidentes discriminados na figura acima, foram identificados registros de 26 óbitos e seis pessoas lesionadas, duas delas com gravidade.

Extraindo-se do conjunto de acidentes os 13 (treze) que tiveram localizados os respectivos boletins policiais, verifica-se que envolveram 22 (vinte e dois) veículos, predominando danos de grande monta (15 veículos), e acidentes em trechos retos das rodovias (11 acidentes em retas e 2 em curvas). Obtém-se ainda a configuração representada na figura 10, que ratifica a noção de não representatividade estatística dos dados obtidos a partir dos textos judiciais.

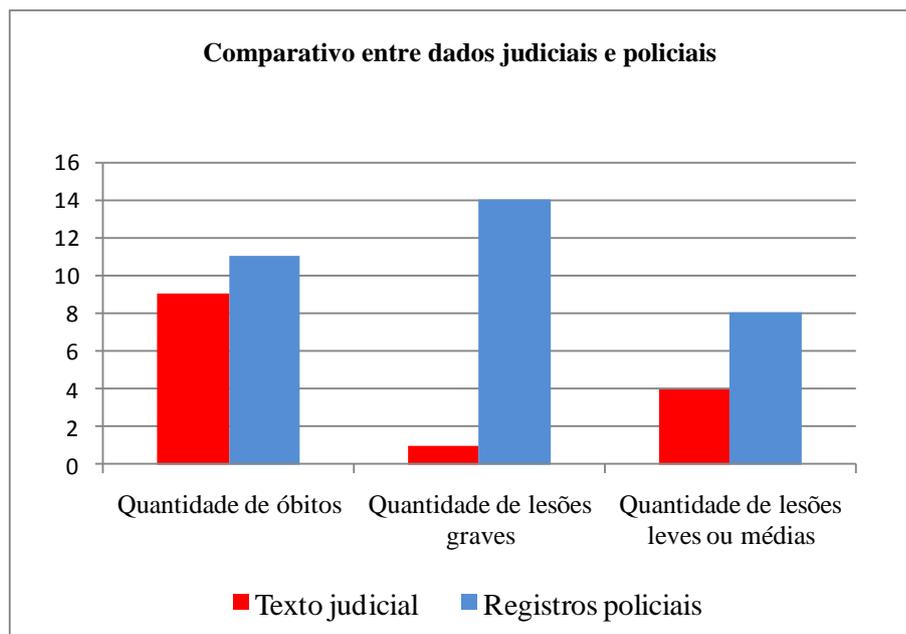


Figura 10: comparação entre dados judiciais e policiais

4.3 PERCEPÇÕES DOS CONDUTORES

O questionário aplicado a condutores de veículos (o instrumento utilizado para esta coleta integra o apêndice B ao presente trabalho) buscou coletar dados que permitissem reconhecer parcialmente o perfil do entrevistado, sua experiência com o fenômeno sob estudo e suas impressões a respeito de fatores contribuintes e medidas preventivas.

A análise dos dados tem início na compreensão de que está sendo trabalhado um banco composto por uma pequena representação de condutores, composta de forma aleatória, mas sem representatividade estatística.

Os 6 primeiros itens do instrumento de coleta têm a finalidade de identificar parcialmente o perfil do condutor, focando aspectos interessantes a este estudo. Inicialmente verifica-se que o tempo de habilitação dos condutores integrantes da amostra varia entre 4 meses e 50 anos, obtendo-se uma média de 18 anos. A figura 11 traz uma noção desta distribuição, podendo-se constatar que, em sua maioria, os condutores são habilitados há menos de 30 (trinta) anos.

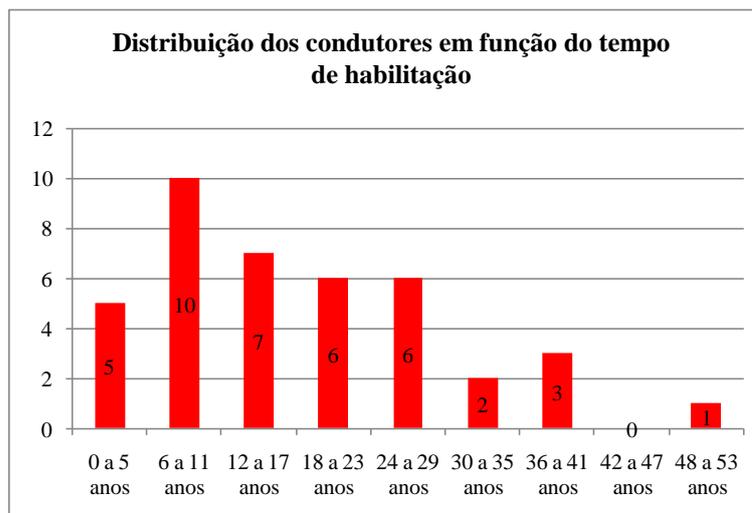


Figura 11: tempo de habilitação dos condutores pesquisados

O quadro 2 traz uma compilação das demais respostas relativas ao perfil dos condutores pesquisados.

Quesitos	Sim	Não
É motorista profissional?	20%	80%
Frequentou aulas teóricas em auto-escola?	83%	17%
Frequentou aulas práticas de direção?	78%	22%
Sabe o que é hidroplanagem (ou aquaplanagem)?	98%	2%
Por ocasião de sua preparação para conduzir veículos automotores, você recebeu orientação quanto a hidroplanagem?	35%	65%

Quadro 2: perfil dos condutores integrantes da amostra

Pode-se constatar que a amostra é formada predominantemente por condutores que não desenvolvem a atividade de motorista profissional, sendo que 8% dos condutores nunca frequentou aulas de direção, provavelmente em função de terem sido habilitados antes da entrada em vigor do Código de Trânsito Brasileiro, que a partir de 1997 tornou obrigatória a frequência a aulas em Centros de Formação de Condutores. A figura 12 informa esta distribuição entre os condutores participantes da amostra.

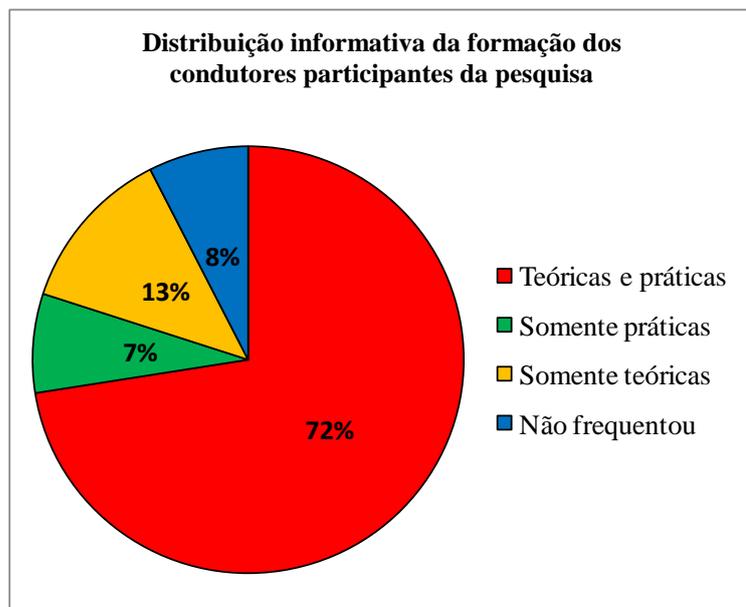


Figura 12: informação da participação dos condutores em aulas de direção

Nas respostas apresentadas no quadro 2 verifica-se que apesar de praticamente todos os integrantes da amostra afirmarem saber o que venha a ser a hidroplanagem, somente 35% recebeu orientação a respeito por ocasião da preparação para condução de veículos. É importante evidenciar que o tipo de questionário e a dinâmica de aplicação adotada não detalham este tipo de resposta, não sendo possível analisar a qualidade das orientações transmitidas.

Uma constatação bastante relevante extraída a partir do cruzamento das respostas é que somente 50% dos condutores profissionais da amostra receberam orientações relativas ao fenômeno da hidroplanagem por ocasião de seu processo de habilitação.

Em relação à experiência de hidroplanar, foi verificado objetivamente que 60% dos condutores que participaram da amostra já a tiveram, sendo que na maioria dos casos (55% do total, 91,7% do segmento específico) não chegou a acontecer a configuração de um acidente⁵. O quadro 3 apresenta a distribuição quantitativa das respostas.

⁵ Não foi aprofundada a pesquisa quanto à extensão alcançada pela hidroplanagem, mas mesmo sem caracterizar um acidente, é aceitável a concepção de que o evento em si pode ter proporcionado um largo espectro de níveis de risco, pois a perda de controle do veículo pode alcançar desde pequenos deslizamentos até efetivas saídas de pista, uma vez que o critério objetivamente pesquisado foi a configuração de danos ou lesões.

Tabela 3: experiência dos condutores pesquisados quanto à hidroplanagem

Se já hidroplanou enquanto conduzia veículo	Quantidade	Percentual
Sim, sem outras consequências na ocasião	22	55,00%
Sim, decorrendo acidente com danos materiais	1	2,50%
Sim, decorrendo acidente com lesões corporais	1	2,50%
Sim, decorrendo acidente com morte	0	0,00%
Nunca hidroplanou	16	40,00%
Total	40	100,00%

Em relação à percepção dos condutores quanto às circunstâncias que podem contribuir para que aconteça uma hidroplanagem, a escolha de um formato de pergunta fechada limitou as opções de respostas, no entanto a dinâmica escolhida foi de que poderiam ser assinaladas tantas assertivas quantas fossem julgadas adequadas. As respostas fornecidas variaram entre 1 (uma) e 11 (onze) assertivas, num total de 231 marcações, perfazendo média de 5,8 respostas assinaladas por questionário. A tabela 4 apresenta a distribuição das principais respostas fornecidas (frequência superior a 50%), sendo que o percentual apresentado refere a fração de questionários da amostra em que aquela assertiva foi apontada.

Tabela 4: distribuição das circunstâncias que podem contribuir para a ocorrência de uma hidroplanagem segundo a percepção dos condutores integrantes da amostra

Circunstâncias contribuintes para a hidroplanagem	Quantidade	Percentual
Utilização de pneus com elevado desgaste (carecas)	32	80%
Acúmulo de água sobre a pista de rodagem (camada de água superior a 10 cm)	30	75%
Poças de água de chuva em irregularidades do pavimento (trilhas de roda)	30	75%
Acionamento brusco dos freios do veículo	30	75%
Chuva forte	24	60%
Exercer velocidades superiores a 80 km/h	24	60%
Pista com fina lâmina de água	23	58%

Nota-se que entre estas circunstâncias mais frequentes há uma combinação de quatro fatores ligados ao ambiente de rodagem e três vinculados a responsabilidades do condutor, reforçando a noção de que a hidroplanagem não ocorre a partir de um fator isolado, mas necessariamente de uma composição de fatores. Entre os fatores ambientais citados há uma predominância de foco no acúmulo de água sobre a pista ou precipitação pluviométrica intensa, enquanto os relativos aos condutores misturam atitude omissiva em relação à manutenção do veículo (uso de pneus desgastados), e ações dinâmicas afetas ao ato de dirigir,

que podem ser interpretadas tanto como imprudência quanto como imperícia ou negligência, conforme a situação.

É oportuno salientar que além das consequências imediatas a um acidente, como danos e ofensa à integridade física de pessoas, foi percebido como entendimento jurídico pacífico entre os julgados analisados, que incumbe ao condutor precaver-se diante de condições ambientais adversas, resultando este normalmente responsabilizado pelos acidentes em que tenha deixado de adotar as precauções adequadas às circunstâncias de cada caso.

De forma análoga à adotada em relação à percepção dos condutores quanto às circunstâncias que podem contribuir para que aconteça uma hidroplanagem, a identificação das medidas preventivas de maior relevância foi estruturada com perguntas fechadas. Esta abordagem priorizou a importância das atitudes como critério para escolha, restringindo-se a que somente duas opções fossem assinaladas⁶. A tabela 5 apresenta a distribuição das principais respostas fornecidas (frequência igual ou superior a 20%), sendo que o percentual apresentado refere à fração de questionários da amostra válida em que aquela assertiva foi apontada.

Tabela 5: distribuição das circunstâncias relevantes para a prevenção de hidroplanagens na percepção dos condutores

Circunstâncias relevantes para a prevenção da hidroplanagem	Quantidade	Percentual
Substituir pneus desgastados ou com sulcos pouco configurados	17	57%
Exercer velocidade inferior a 60 km/h	13	43%
Desviar das poças de água existentes no leito da pista	9	30%
Proceder revisões mecânicas no veículo antes de viajar em férias	6	20%

As incidências apontadas nas tabelas 3 e 4 apresentam significativa coerência se analisadas do ponto de vista de como se processa uma hidroplanagem, pois foram respectivamente mais frequentes as assertivas com maior potencialidade para contribuir na configuração do evento e as circunstâncias preventivas afins. Esta singela observação adquire especial importância ao confrontarmos com as informações relativas às experiências dos condutores (p. 41), pois apesar de reconhecer com boa propriedade tanto os fatores que podem contribuir para a

⁶ A escolha dos textos das assertivas foi procedida a partir dos conteúdos apresentados no número 3.4 do presente trabalho – A Prevenção.

ocorrência de uma hidroplanagem quanto os que podem auxiliar em sua prevenção, a maioria dos condutores sofreu pelo menos uma experiência de hidroplanar.

4.4 PERCEPÇÕES DOS AGENTES POLICIAIS

O questionário aplicado a policiais rodoviários (o instrumento utilizado para esta coleta integra o apêndice C ao presente trabalho) buscou coletar dados relativos à experiência profissional do agente, sua percepção e experiência em relação ao fenômeno sob estudo e sobre circunstâncias contribuintes inerentes à malha rodoviária onde atua.

Um primeiro aspecto a salientar para contextualizar adequadamente o conjunto de informações obtido é o perfil dos policiais rodoviários que responderam os questionários. O gráfico apresentado na figura 13 dá uma noção da distribuição do tempo de serviço como policial rodoviário dos entrevistados, o que permite inferir que apesar da reduzida concentração nas faixas do extremo superior, há significativa experiência por parte da grande maioria (o tempo médio de serviço foi de 10 anos). Cumpre salientar que esta distribuição efetivamente não retrata um evento natural, pois na esfera federal o ingresso de policiais se dá mediante concursos públicos cuja periodicidade pode ser variável, enquanto na esfera estadual o preenchimento de cargos nos órgãos rodoviários se dá a partir de transferências de servidores entre os diversos órgãos da Brigada Militar.

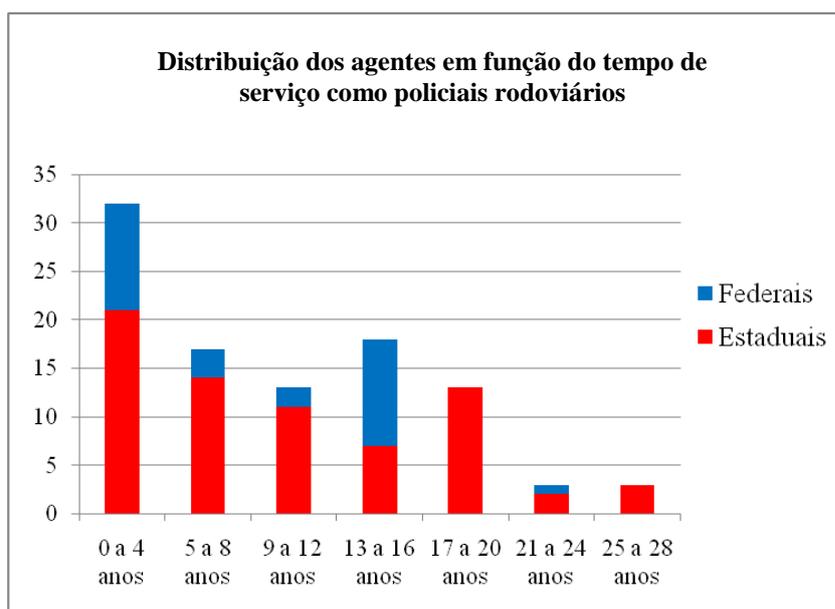


Figura 13: tempo de serviço dos policiais rodoviários

Os itens voltados à identificação do nível de experiência dos profissionais em relação a hidroplanagens apresentam que 80% dos policiais da amostra (76% dos policiais estaduais e 89% dos policiais federais) já experimentaram hidroplanagem na condição de condutores, dando conta da efetividade deste tipo de evento na rotina das rodovias, em especial pela experiência própria dos policiais consultados, bem como 9 a cada 10 destes policiais já atendeu algum acidente onde tenha sido aceita a ocorrência de uma hidroplanagem⁷. Percebe-se que, entre o percentual de policiais que sofreram hidroplanagens é maior que o de condutores⁸, tal circunstância pode ser compreendida em razão da diferença de exposição entre ambos a ambientes favoráveis à configuração do evento, aliado às premissas das teorias que tentam explicar o porquê dos acidentes, particularmente a teoria comportamental, citada à p. 18 do presente trabalho.

A tabela 6 demonstra equilíbrio entre as respostas obtidas em relação à existência de algum tipo de predominância de incidência de acidentes decorrentes de hidroplanagens em trechos retos ou em curvas, no entanto este é um detalhe ora intrinsecamente dependente da memória e da impressão pessoal do agente policial, sujeito portanto a uma vasta margem de erro. Mesmo as observações obtidas nos registros de acidentes (p. 38), onde 85% dos eventos identificados se deram em trechos retos, não são estatisticamente eficazes para atestar com tranquilidade uma predominância, pois não é possível sustentar a representatividade da amostra diante dos diversos fatores intervenientes.

Tabela 6: predominância de acidentes mediante hidroplanagem em retas ou curvas

Predominância de incidências de acidentes onde tenha ocorrido hidroplanagem	Quantidade	Percentual
Em trechos retilíneos	23	23,71%
Não é possível apontar predominância	31	31,96%
Em trechos curvos	27	27,84%
Não é possível responder	16	16,49%
Total de respostas a este quesito	97	100,00%

Da tentativa de quantificação de acidentes atendidos decorrentes de hidroplanagens foi verificado vários tipos de respostas. Menos da metade dos dados apontaram para números exatos, 54 policiais responderam subjetivamente, indicando ausência de convicção quanto a

⁷ 91% dos policiais da amostra informaram já ter atendido algum acidente decorrente de hidroplanagem.

⁸ Conforme o questionário aplicado aos condutores, comentado à p. 41, onde se tem que entre os condutores da amostra somente 60% já teriam hidroplanado até a data da coleta.

números exatos, ou indicando quantidades claramente idealizadas, como 100 (cem) e 250 (duzentos e cinquenta), dos 45 que responderam de forma objetiva, extraiu-se a média de 4,9 acidentes atendidos por policial.

A busca da identificação da existência de um padrão de nível de gravidade entre os acidentes decorrentes de hidroplanagens foi estruturada através de duas perguntas. A primeira delas, aberta, questionou o que viria a caracterizar um acidente como grave, sendo obtidas 131 citações distribuídas de acordo com a tabela 7.

Tabela 7: citações indicativas de critérios para o estabelecimento da gravidade de acidentes

Critério citado	Quantidade	Percentual
Óbito	33	25,2%
Lesão	26	19,8%
Lesão grave	23	17,6%
Dano de grande monta	21	16,0%
Vítima	6	4,6%
Dano ambiental	6	4,6%
Pessoas presas nas ferragens	5	3,8%
Danos ao fluxo	4	3,1%
Acidente com produto perigoso	2	1,5%
Envolvendo muitos carros	2	1,5%
Com dano ao patrimônio	2	1,5%
Derramamento de carga	1	0,8%

A segunda pergunta, fechada, buscou diretamente a percepção dos policiais quanto à existência de um padrão de gravidade entre os acidentes decorrentes de hidroplanagem. As respostas coletadas indicam que não há tal predominância, no entanto, ao analisarmos somente os segmentos que apontam algum tipo de padrão de tendência, pode-se constatar uma relativa predominância dos que consideram a prevalência de acidentes graves, conforme ilustra a figura 14. Confrontando diretamente os índices, nota-se que o percentual de entrevistados que consideram predominar a incidência de acidentes graves, é três vezes maior que o dos que consideram a prevalência de acidentes sem gravidade.

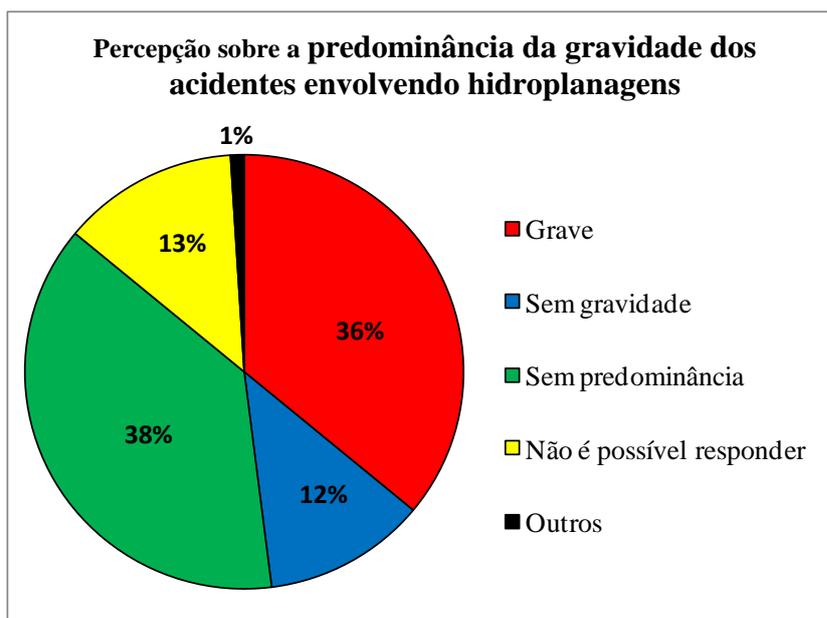


Figura 14: distribuição das percepções dos policiais sobre a gravidade dos acidentes decorrentes de hidroplanagens

É interessante confrontar estes dados com as respostas fornecidas pelo condutores de veículos que tiveram a experiência prática de hidroplanar (p. 42), onde em 91,7% dos casos, sequer foi configurado um acidente, restringindo-se o evento a um incidente sem consequências concretas, em 8,3% dos casos houve acidente com dano material ou com lesão corporal. Na verdade há dois conjuntos distintos de dados, o real e o computado, pois é razoável considerar que a massiva maioria das hidroplanagens que não alcançam a configuração de um acidente, sequer chegam ao conhecimento dos agentes policiais. É razoável também a consideração de que mesmo que verificado o incidente pelo policial, a própria natureza jurídica do evento sem consequências materiais pode dispensar o registro formal, deixando então de ser computado estatisticamente. Estas premissas sustentam claramente que a incidência absoluta do evento sob estudo não é irrelevante em termos de segurança viária.

A possibilidade de identificação de sinais capazes de apontar a ocorrência de hidroplanagem num cenário de acidente foi também explorada através de duas perguntas vinculadas. A primeira delas, fechada, postulava que o policial informasse simplesmente se da análise de um local de acidente é possível identificar tais sinais, a grande maioria das respostas (87%) indicou que sim. A segunda pergunta, aberta, pedia então que fossem relacionados, resultando na validação de 148 (cento e quarenta e oito) citações de sinais, que estão compiladas na tabela 8. Foram descartadas três citações em decorrência de inconsistência ou possibilidade de ambiguidade de interpretação.

Tabela 8: citações de sinais que podem indicar a ocorrência de hidroplanagem num acidente

Sinais indicativos citados	Quantidade	Percentual
Água sobre a pista	65	43,9%
Defeitos na pista, sulcos ou trilhas	23	15,5%
Sem marca de frenagem	15	10,1%
Pneu desgastado	14	9,5%
Condutor não consegue controlar o veículo	6	4,1%
Local conhecido	5	3,4%
Chuva	5	3,4%
Relato do condutor	4	2,7%
Falha de drenagem	3	2,0%
Posição do veículo na pista	3	2,0%
Saída de pista	3	2,0%
Alta velocidade	2	1,4%
Total	148	100%

Pode-se constatar a coerência da significativa quantidade de registros de acúmulo de água sobre a pista, pois trata-se de um fator necessário à configuração da hidroplanagem, imediatamente seguido de defeitos de pista (que podem propiciar acúmulo de água, alterando a profundidade da respectiva lâmina), ausência de marcas de frenagem e pneus desgastados. Note-se que são indícios passíveis de interpretação, não sendo possível atestar objetiva e tacitamente a ocorrência de uma hidroplanagem sem que seja efetivamente analisado cada caso.

As duas últimas perguntas do questionário estavam voltadas à verificação da existência de trechos rodoviários propícios ao acúmulo de lâminas de água, constatando-se não só a existência de pontos onde se formam lâminas de água, mas também de locais onde o acúmulo alcança a configuração de alagamento, com lâminas de água superiores a 10 cm, conforme mostra o quadro 3.

Quesitos	Sim	Não
Na malha viária onde você atua há trechos ou pontos propícios ao acúmulo de lâminas de água sobre o pavimento em dias chuvosos?	94%	6%
Na malha viária onde você atua há trechos ou pontos propícios a alagamentos (lâmina de água superior a 10 cm)?	53%	47%

Quadro 3: existência de trechos rodoviários propensos ao acúmulo de água

Cumprе salientar que apesar de não terem sido quantificados, tais pontos são obviamente conhecidos pelos policiais rodoviários, sendo portanto viável a realização de avaliações específicas e respectiva implementação de ações saneadoras ou mitigadoras de riscos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A complexidade do fenômeno estudado e do tipo de abordagem escolhida conduziram a uma grande quantidade de informações. O cruzamento destas permitiu a obtenção das inferências a seguir, coadunadas aos propósitos originais.

5.1 CONCLUSÕES

A partir da compreensão de que o sistema de trânsito é resultado da interação entre veículo, condutor e via, inseridos num ambiente, e que incumbe ao poder público a função de organizar e administrar este sistema, é plausível incumbir também a este a implantação das melhorias necessárias a uma maior segurança do sistema. Apesar da irrefutável convicção de que há medidas a adotar em separado, junto a cada um dos componentes, a efetiva implantação delas somente poderá ocorrer através do exercício da competência formal concernente ao poder público.

Preliminarmente, importa evidenciar algumas circunstâncias identificadas durante a pesquisa que assumiram especial relevância para o conhecimento e contextualização do objeto deste estudo:

- a) a afirmação por parte de 98% dos condutores de veículos da amostra analisada ter afirmado saber o que é uma hidroplanagem surpreendeu em relação às expectativas iniciais da abordagem, pois indica quão conhecido é este tipo de fenômeno;
- b) praticamente dois terços dos condutores de veículos da amostra não receberam orientações sobre hidroplanagem quando de sua preparação para a condução de veículos. A depuração deste indicador conduz ao fato de que 50% dos condutores profissionais da amostra não receberam orientações relativas ao fenômeno da hidroplanagem quando de sua preparação para a condução de veículos, entre os não profissionais este percentual foi de 69%;
- c) mais da metade dos condutores da amostra (60%) já tiveram pelo menos uma experiência de hidroplanagem, isto demonstra que se trata de um evento cuja incidência é relevante no contexto da segurança viária. Verifica-se que dentre o segmento que já experimentou o evento, somente 8,4% resultaram em acidente de trânsito, 4,2% somente com danos materiais e 4,2 % com lesões corporais. A consideração destes percentuais diante das características dos

acidentes avaliados através dos acórdãos judiciais, permite a inferência de que haja efetivamente uma grande quantidade de hidroplanagem nas rodovias;

d) entre as medidas preventivas apontadas pelos condutores de veículos salientam-se duas objetivamente vinculadas à responsabilidade do condutor, a substituição de pneus desgastados (apontada em 57% dos questionários validados) e a prudência com relação à velocidade, que deve ser mantida abaixo de 60 km/h. Nota-se que o experimento desenvolvido e divulgado em *Pneus...* (2007) apresenta como limite seguro de velocidade exatamente o valor de 60 km/h, a partir do qual aconteceram hidroplanagens em algumas das circunstâncias testadas;

e) entre os policiais rodoviários foi verificado que 80% já experimentaram o fenômeno da hidroplanagem, uma incidência superior à da amostra de condutores. Para que se possa compreender tal circunstância, é preciso considerar que o policial rodoviário desenvolve uma rotina nas rodovias, permanecendo exposto a circunstâncias propícias ao desenvolvimento de uma hidroplanagem durante muito mais tempo que os condutores comuns;

f) a grande maioria dos policiais rodoviários (91% da amostra) informou que já teve oportunidade de atender acidentes decorrentes de hidroplanagens, isto ratifica a noção de quão freqüente é o fenômeno, especialmente se considerarmos que uma significativa parcela dos casos de hidroplanagens não chega a configurar um acidente e, conseqüentemente, não chega ao conhecimento dos agentes policiais;

g) da análise sobre as respostas fornecidas por policiais rodoviários, nota-se que apesar de não ter sido configurada uma tendência clara quanto ao padrão de gravidade dos acidentes envolvendo hidroplanagens, a incidência das respostas que apontam para tendência de acidentes graves é três vezes maior que a das respostas que apontam para a tendência de acidentes sem gravidade, o que demonstra subjetivamente a predominância daqueles entre os que são efetivamente atendidos pelos agentes policiais.

Em relação aos objetivos secundários deste trabalho, foi apresentada a descrição da dinâmica da hidroplanagem, bem como foram arrolados os fatores que podem contribuir para que ocorra o fenômeno. Assim, a presença de água sobre a pista não pode ser compreendida como fator contribuinte, mas como circunstância necessária para que aconteça uma hidroplanagem. Entre os fatores que podem contribuir para o evento, identifica-se a influência da velocidade desenvolvida pelo veículo, o uso de pneus excessivamente desgastados, o acionamento brusco dos freios e a existência de irregularidades na pista (buracos, trilhas de rodas ou outros desníveis) onde possa ser facilitada a deposição ou acúmulo da água.

Em relação à existência de fatores comuns ou de contribuição predominante entre eventos registrados nas rodovias do Rio Grande do Sul, os dados demonstraram ausência de padrões

específicos estranhos à dinâmica física do fenômeno, não sendo localizada qualquer peculiaridade local ou regional que tenha assumido papel de destaque por ocasião da análise dos dados coletados. Os fatores de contribuição predominante encontrados nos resultados da pesquisa foram exatamente os necessários à configuração do evento, cuja composição pode acontecer de acordo com diferentes parcelas de participação, considerando-se que a geração do evento sempre dependerá de uma conjunção de fatores.

Os resultados obtidos permitiram a identificação de possibilidades de adoção de medidas afetas a cada um dos diferentes componentes citados, cuja implantação poderá aprimorar o nível de segurança em relação à perspectiva de ocorrência de hidroplanagens. Desta forma, em relação às vias, os resultados da pesquisa apontaram uma demanda clara diante da afirmação de 94% dos policiais rodoviários consultados, de que em seus respectivos trechos de atuação há pontos propícios ao acúmulo de lâminas de água sobre o pavimento em dias chuvosos. Há várias possibilidades de ações que podem ser arroladas para o equacionamento deste tipo de circunstância, sendo de extrema relevância o mapeamento dos trechos rodoviários propícios a acúmulo de lâminas de água de origem pluvial, a partir do qual será possível executar o aprimoramento ou recuperação das estruturas de drenagem e o conserto dos defeitos das pistas, buscando principalmente a eliminação das trilhas de rodas, buracos e outros desníveis. Na mesma esfera temos também a melhoria da sinalização referente aos locais de maior risco de hidroplanagem.

No grupo estudado, verificou-se que uma ínfima parcela dos condutores não compreende plenamente como se dá uma hidroplanagem, enquanto uma parcela significativa conhece o fenômeno e sua dinâmica, e mesmo assim sofreu a experiência. Sendo o poder público o único capaz de organizar e operacionalizar campanhas com a abrangência necessária, vislumbra-se como uma primeira medida preventiva interessante, o desenvolvimento de campanhas para o esclarecimento dos condutores de veículos quanto à complexa dinâmica da hidroplanagem e conscientização dos respectivos riscos.

De forma subsidiária, entende-se que o indicativo de que dois terços dos condutores consultados informaram que durante o processo de capacitação não receberam qualquer orientação a respeito do que venha a ser a hidroplanagem, aponta a conveniência de reavaliação do programa em vigor, a fim de aprimorar este processo.

Evidencia-se aqui a necessidade de conscientização do condutor quanto à sua responsabilidade em relação ao controle sobre as condições do veículo, em especial o estado de conservação dos pneus, e a necessidade de preservação de uma conduta de direção resguardando uma margem de segurança em relação aos limites onde pode vir a eclodir um evento indesejado. Por fim entende-se conveniente uma intensificação da fiscalização sobre os veículos, em especial sobre as condições dos pneus, objetivando a substituição dos pneus que apresentem desgaste superior ao legalmente permitido.

Torna-se imprescindível firmar que este trabalho não esgota sequer o tema inicialmente proposto, uma vez que a amplitude das investigações precisou ser adaptada de acordo com a viabilidade de acesso aos dados. Resta-nos, no entanto, a plena convicção de que a seriedade metodológica e a criteriosa análise desenvolvida propiciaram uma efetiva contribuição para o reconhecimento do fenômeno da hidroplanagem e das medidas capazes de contribuir na respectiva prevenção.

5.2 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Diante das limitações metodológicas adotadas neste trabalho, necessárias para uma adequada delimitação e direcionamento do estudo, aponta-se a seguir alguns temas de relevante interesse para exploração em novas abordagens afins à segurança viária:

- a) trabalhos específicos de mapeamento de trechos rodoviários sujeitos a alagamentos, com a perspectiva de reconhecimento das causas e medidas saneadoras;
- b) análise da capacitação efetiva proporcionada durante a formação dos condutores nos CFC;
- c) modelagem experimental do comportamento de veículos sob condições propícias à hidroplanagem;
- d) estudo da hidroplanagem envolvendo veículos de carga;
- e) estudo sobre novas possibilidades de sinalização que possam contribuir para chamar a atenção dos condutores quanto ao risco de hidroplanagens.

REFERÊNCIAS

ALBANO, J. F. **Rodovias: introdução ao projeto geométrico, projeto de terraplenagem e sinalização**. Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS, 2009. 1 CD.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. Washington DC, 2001.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. Resolução n. 558, de 15 de abril de 1980. Dispõe sobre fabricação e reforma de pneumático com indicadores de profundidade. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/resoluções.htm>>. Acesso em: 5 jun. 2009

_____. Ministério da Justiça. Departamento Nacional de Trânsito. **Manual de Segurança de Trânsito**: tomo I - Acidentologia. Brasília, 1984.

_____. Código Penal. 3. ed. atual. São Paulo: Saraiva, 1988.

_____. Ministério da Justiça. Departamento Nacional de Trânsito. **Segurança de Trânsito**: Direção Defensiva. 2. ed. Brasília, 1991.

_____. Conselho Nacional de Trânsito. Resolução n. 14, de 06 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre os equipamentos obrigatórios para a frota de veículos em circulação. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/resoluções.htm>>. Acesso em: 5 jun. 2009

_____. **Código de Trânsito Brasileiro**. São Paulo: Método, 2002.

_____. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Manual de Drenagem de Rodovias**. Brasília, 2006.

BRAZIL TIRES COMÉRCIO DE PNEUS. Empresa de importação de pneus. São José dos Campos. Disponível em: <<http://www.braziltires.com.br/tudosobrepneus/pneus.html#estrut>>. Acesso em: 5 jun. 2009.

CAMARGO, S. P. Medicina do Trânsito: a aplicação da direção defensiva como terapia na prevenção de acidentes no trânsito. In: **Programa Volvo de Segurança no Trânsito: 5. Prêmio Volvo de segurança no trânsito**, Curitiba, 1991, p. 13-54.

CARVALHO JUNIOR, H. S. **Caracterização dos acidentes de trânsito ocorridos na RS 122 no 1. semestre de 2006**. 2006. 64 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Políticas e Gestão de Segurança Pública) – Academia de Polícia Militar da Brigada Militar do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

COMO prevenir acidentes no trânsito. Mundo Automotivo. Empresa virtual voltada a assuntos automotivos. Natal. Disponível em: <<http://www.mundoautomotivo.com.br/pdf/>>. Acesso em: 29 mar. 2009.

LAMM, R.; MAILAENDER, T.; PSARIANOS, B. **Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook**. New York: McGraw-Hill, 1999.

MARQUES, L. A evolução da segurança nos automóveis. **Fórum Motor Clássico**. 2008. Disponível em: <<http://www.motorclassico.pt/nossa-garagem-geral/7471-evolucao-da-seguranca-nos-automoveis.html>>. Acesso em: 4 jun. 2009.

NODARI, C. T.; LINDAU, L. A. Causas e ações para redução de acidentes de trânsito urbanos do ponto de vista de seus principais agentes. In: RIBEIRO, J. L. D.; NODARI, C. T. (Org.) **Tratamento de dados qualitativos: técnicas e aplicações**. Porto Alegre: Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS, 2001.

NUCCI, G. S. **Código Penal Comentado**. 5. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

PAULA, M. E. B.; DUARTE, A. M. **Influência da chuva na ocorrência dos acidentes de trânsito**. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego, 1996. Disponível em: <<http://www.cetsp1.cetsp.com.br/pdfs/nt/NT195.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

PIRELLI PNEUS. Informações sobre pneus e glossário de termos. Santo André. Disponível em: <<http://www.pirelli.com.br/web/technology/about-tyres/default.page>>. Acesso em: 6 jun. 2009.

PNEUS na chuva. **Quatro Rodas**, São Paulo. mar. 2007. Disponível em: <http://quatorrodas.abril.com.br/reportagens/conteudo_225623.shtml>. Acesso em 7 jun 2009.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. **Normas de Projetos Rodoviários**. Porto Alegre, 1991.

_____. Tribunal de Justiça. Acórdão julgado em 16/08/2008, relativo à Apelação Cível n. 70019929819, da Décima Primeira Câmara Cível. Disponível em: <<http://br.vlex.com/vid/51624648>>. Acesso em: 6 jun. 2009.

SERVIÇO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Direção defensiva: treinamento de motoristas**. Rio de Janeiro, 1984.

SCHOPF, A. R. **Proposição de uma lista de verificação para revisão de segurança viária de rodovias**. 2006. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VASCONCELLOS, E. A. **O que é trânsito**. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1998.

APÊNDICE A – Relação de acórdãos consultados

Relação dos números dos acórdãos do Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul que foram consultados para obtenção de dados de acidentes envolvendo hidroplanagem.

70004844288	70010793099	70016078453	70021518535	70024708612	70029391364
70004921037	70010817823	70016863805	70021630017	70025009945	70030137467
70005030481*	70010841625	70017392705	70021858097	70025012196	70030372544
70008967853	70010849263	70018001339	70022157085	70025059064	70030470603
70009161019	70010903789	70018061721	70022489546	70025439100	71000608455
70009183930	70011163813	70018238949	70022737076	70025698622	71000646208
70009267592	70011598752	70018633966	70022808141	70025708322	71000749770
70009323395	70011899598	70018813535	70022933931	70026251637	71000749820
70009713777	70011910510	70018826164	70023592835	70026488692	71000763961
70009912171	70012053997	70019929819	70023765753	70026560391	71000777193
70010068047	70012748935	70020187662	70023799505	70026861724	71000847137
70010212801	70013550025	70020256434	70023909302	70026958959	71000889840
70010351054	70015534886	70020869806	70023978000	70027397017	71001525153
70010446995	70015760317	70021105820	70024180572	70029016284	71001549047
70010454973	70015900731	70021380142	70024645061	70029063922	71001562552
70010731727	70015988173				

* - Acórdão identificado durante a análise dos demais, mediante citação.

APÊNDICE B – Modelo do questionário aplicado a condutores de veículos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Sr(a) Condutor(a)

O presente instrumento tem por objetivo a coleta de dados para instrumentalização de pesquisa afeta ao trabalho de conclusão do curso de Engenharia Civil (graduação) intitulado “Hidroplanagem: caracterização e análise da incidência em rodovias”, produzido por Luiz Ilson Vardanega Junior, sob orientação do Prof Dr João Fortini Albano.

Sua participação sincera é muito importante para uma adequada análise do nosso objeto de estudo.

1 Perfil do Entrevistado

- 1.1 Há quanto tempo possui habilitação? _____ anos
- 1.2 É motorista profissional? () sim () não
- 1.3 Frequentou aulas teóricas em auto-escola? () sim () não
- 1.4 Frequentou aulas práticas de direção? () sim () não
- 1.5 Você sabe o que é hidroplanagem (ou aquaplanagem)? () sim () não
- 1.6 Por ocasião de sua preparação para conduzir veículos automotores, você:
- () recebeu orientação quanto a hidroplanagem
- () não recebeu qualquer informação relativa ao fenômeno da hidroplanagem

2 Percepção do Entrevistado sobre Hidroplanagem

- 2.1 Na condição de condutor, já experimentou situação de hidroplanagem?
- () sim, sem outras conseqüências na ocasião
- () sim, decorrendo acidente só com danos materiais
- () sim, decorrendo acidente com lesões corporais
- () sim, decorrendo acidente com morte
- () não

2.2 Entre as alternativas abaixo, considerando o ambiente de uma rodovia pavimentada, **sob chuva**, assinale as circunstâncias que, a seu juízo, podem contribuir para a ocorrência do fenômeno da hidroplanagem (deixe em branco as alternativas que não interferem na ocorrência do fenômeno):

- pista molhada, sem acúmulo de água
- pista com fina lâmina de água
- acúmulo de água sobre a pista de rodagem (camada de água superior a 10 cm)
- poças de água de chuva em irregularidades do pavimento (trilhas de roda)
- chuva forte
- utilização de pneus com elevado desgaste (carecas)
- sinuosidade da pista
- deficiência de sinalização sobre limites de velocidades das rodovias
- desenvolver velocidades entre 60 km/h e 80 km/h
- exercer velocidades superiores a 80 km/h
- acionamento brusco dos freios do veículo
- inclinação lateral da pista

2.3 Entre as opções abaixo, assinale as duas consideradas mais relevantes na prevenção de uma hidroplanagem, considerado um ambiente de rodovia pavimentada, **sob chuva**:

- exercer velocidade inferior a 60 km/h
- exercer velocidade inferior a 80 km/h
- exercer velocidade inferior a 100 km/h
- exercer velocidade inferior a 120 km/h
- substituir pneus desgastados ou com sulcos pouco configurados
- calibrar pneus com pressão superior à orientada
- calibrar pneus com pressão inferior à orientada
- calibrar frequentemente os pneus
- usar freios com sistema anti-bloqueante (ABS)
- proceder revisões mecânicas no veículo antes de viajar em férias
- desviar das poças de água existentes no leito da pista

OBRIGADO PELA COLABORAÇÃO!

APÊNDICE C – Modelo do questionário aplicado a gentes de fiscalização rodoviária (policiais federais e estaduais)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

O presente instrumento se destina a **policiais que executem a atividade de policiamento rodoviário**, tendo por objetivo a coleta de dados para instrumentalização de pesquisa afeta ao trabalho de conclusão do curso de Engenharia Civil (graduação) abaixo caracterizado:

Título do trabalho:

“Hidroplanagem: caracterização e análise da incidência em rodovias”

Pesquisador:

Luiz Ilson Vardanega Junior

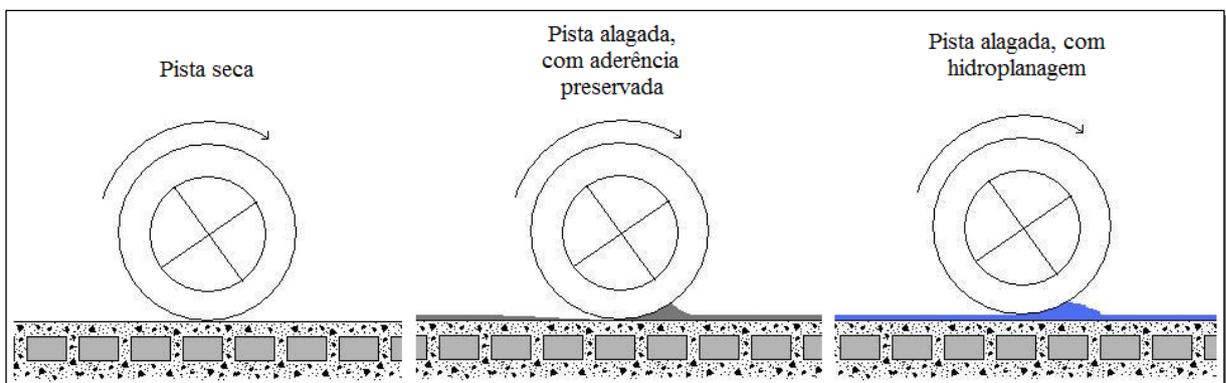
Orientador:

Prof Dr João Fortini Albano

INTRODUÇÃO

A hidroplanagem (ou aquaplanagem) é um fenômeno que pode ocorrer sob diferentes formas, este estudo tem foco restrito a casos envolvendo automóveis em rodovias pavimentadas. Nesta situação, ocorre a perda de aderência entre o pneu do veículo e a pista pela penetração de água entre as superfícies destes componentes, fazendo com que o veículo deslize sem que o condutor possa controlá-lo.

A figura abaixo ilustra sumariamente o fenômeno.



Representação esquemática da hidroplanagem

A seguir, há algumas questões destinadas à compreensão de sua atividade e experiência frente ao objeto deste estudo. Não há necessidade de identificação pessoal.

1 Há quanto tempo atua como policial rodoviário? _____

2 Qual a extensão de malha rodoviária (aproximada) que normalmente tem sob sua responsabilidade durante o trabalho? _____km.

3 Já experimentou a situação de hidroplanagem enquanto condutor de veículo?

sim não

4 Já presenciou algum acidente decorrente de hidroplanagem?

sim não

5 Já atendeu algum acidente decorrente de hidroplanagem?

sim não

6 A partir de sua experiência no atendimento de acidentes em que tenha ocorrido hidroplanagem:

há predominância de incidências em trechos retilíneos

não é possível apontar qualquer predominância entre trechos retos ou curvas

há predominância de incidências em trechos curvos

não é possível responder

7 Qual a quantidade aproximada de acidentes que você já presenciou, ou atendeu, decorrentes de hidroplanagem?

8 Na sua percepção, o que caracteriza um acidente como grave?

9 Analisando os acidentes atendidos que seriam decorrentes de hidroplanagens, é possível apontar se houve algum padrão em termos de gravidade?

Todos graves

Nenhum grave

Predominam os acidentes graves

Predominam os acidentes sem gravidade

Não há predominância

Não é possível responder

10 Ao analisar um local de acidente é possível identificar sinais de ocorrência de hidroplanagem?

sim não

11 Se a sua resposta foi “sim”, quais seriam então os sinais que podem indicar a ocorrência de hidroplanagem? (se você respondeu “não”, passe diretamente à questão 12)

12 Na malha viária onde você atua há trechos ou pontos propícios ao acúmulo de lâminas de água sobre o pavimento em dias chuvosos?

sim não

13 Na malha viária onde você atua há trechos ou pontos propícios a alagamentos (lâmina de água superior a 10 cm)?

sim não

OBRIGADO PELA COLABORAÇÃO!

**ANEXO A – Modelo de Boletim de Acidente de Trânsito em uso pela
Polícia Rodoviária Federal**

 MINISTÉRIO DA JUSTIÇA Departamento de Polícia Rodoviária Federal Sistema de Informações Operacionais BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO	OCORRÊNCIA: <input type="text"/>
	Comunicação: <input type="text"/>
	* STATUS DA OCORRÊNCIA: <input type="text"/>

PRF: Data/Hora do Acidente (hora local):

Município/UF: BR: KM:

Sentido da Via: Tipo de Acidente:

Condições da Pista:

Restrições de Visibilidade:

Sinalização existente: Fase do dia: Condição meteorológica:

Sinalização luminosa:

Houve danos ao patrimônio da União?

DESCRIÇÃO DOS DANOS AO PATRIMÔNIO DA UNIÃO:

Houve danos ao patrimônio de terceiros?

DESCRIÇÃO DOS DANOS AO PATRIMÔNIO DE TERCEIROS:

Houve danos ao ambiente?

DESCRIÇÃO DOS DANOS AO AMBIENTE:

CONDIÇÃO DA RODOVIA

Uso do Solo: Tipo de Localidade:

Existe acostamento? Estado de Conservação: Há desnível? É pavimentado? Largura (m):

Possui defesa? Possui meio-fio? Possui sarjeta?

Existe canteiro central? Estado de Conservação: Largura (m): Tipo de inclinação:

Obstáculo ao Cruzamento: Estado de Conservação do Obstáculo:

Faixa de Domínio - Estado de Conservação: Ocupação:

Cerca: Pista de Rolamento - Estado de Conservação: Tipo: Qtd. de Faixas:

Tipo de Pavimento: Perfil: Traçado: Curva Vertical: Superelevação:

Superlargura: Largura da Pista (m): Estreitamento:

TEXTO DESCRITIVO DA CONDIÇÃO DA RODOVIA:

AUTENTICAÇÃO DA CÓPIA:

Autenticado por:	Identificação do Servidor Responsável:
<input type="text"/>	NOME:
ASSINATURA DO SERVIDOR RESPONSÁVEL	MATRÍCULA:

* Somente possuem valor legal as ocorrências em que o status seja "ENCERRADA"
 DATA/HORA DA IMPRESSÃO: Segunda-feira 21 Janeiro 2008 - 16:03

Página 1 de 4

 MINISTÉRIO DA JUSTIÇA Departamento de Polícia Rodoviária Federal Sistema de Informações Operacionais BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO	OCORRÊNCIA: <input type="text"/>
	Comunicação: <input type="text"/>
	* STATUS DA OCORRÊNCIA: <input type="text"/>

VEÍCULOS ENVOLVIDOS

Placa: Sequencial: Descrição:
 Chassi: Renavam:
 Marca/Modelo: Espécie: Cor: Ano:
 Categoria: Tipo: Emplacamento: Ocupantes:
 Proprietário: CPF/CNPJ:
 Endereço: CEP:
 Município/UF: Telefones:

COMBINAÇÃO DE VEÍCULO DE CARGA

Placa U1: Placa U2:
 Placa U3: Placa U4:
 Origem:
 Destino:

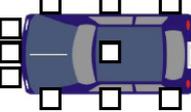
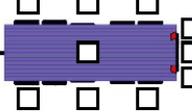
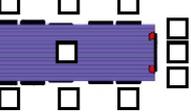
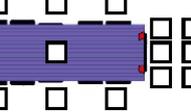
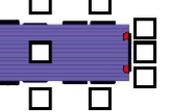
CIRCUNSTÂNCIA DO VEÍCULO

Manobra do Veículo no Acidente: Saída de Pista? Derrapagem? Capotagem? Tombamento?
 Colisão com Objeto Fixo: Colisão com Objeto Móvel: Incêndio?
 Marcas de Frenagem (m): Estado dos Pneus:

DADOS DA CARGA

Carregamento: Houve Derramamento de Carga? Extensão dos Danos: Valor Total da Carga:
 Descrição da Carga:

Produto Perigoso: **GRAUS DE AVARIA E MONTA DE DANOS DO VEÍCULO E CVC**

VEÍCULO PRINCIPAL	CVC - UNIDADE 1	CVC - UNIDADE 2	CVC - UNIDADE 3	CVC - UNIDADE 4
				
Monta: <input type="text"/>	Monta: <input type="text"/>	Monta: <input type="text"/>	Monta: <input type="text"/>	Monta: <input type="text"/>

ENCAMINHAMENTO DO VEÍCULO

Tipo de Receptor:
 Responsável pela Recepção:
 Documento do Responsável:
 Data/Hora da Recepção (hora local): Motivo:
 Município/UF:
 Descrição do Encaminhamento:

AUTENTICAÇÃO DA CÓPIA:

Autenticado por:	Identificação do Servidor Responsável:
<input type="text"/>	NOME:
ASSINATURA DO SERVIDOR RESPONSÁVEL	MATRÍCULA:

* Somente possuem valor legal as ocorrências em que o status seja "ENCERRADA"
 DATA/HORA DA IMPRESSÃO: Segunda-feira 21 Janeiro 2008 - 16:03



MINISTÉRIO DA JUSTIÇA
 Departamento de Polícia Rodoviária Federal
 Sistema de Informações Operacionais
BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO

OCORRÊNCIA:

Comunicação:

* STATUS DA OCORRÊNCIA:

CONDUTOR ENVOLVIDO

Veículo:

Nome/Apelido:

Nome do Pai:

Nome da Mãe:

Endereço:

Município/UF: CEP:

Telefones: Data de Nascimento: Sexo:

Naturalidade:

Nacionalidade:

CPF: Documento de Identificação: Orgão Expedidor:

Estado Civil: Grau de Instrução:

Ocupação Principal:

Origem:

Destino:

Estado Físico: Socorrido pela PRF? Usava Cinto? Usava Capacete?

Existe Declaração em Anexo?

Transcrição da Declaração:

Condutor é Habilitado? Categoria CNH: Registro CNH: Primeira Habilitação:

Validade CNH: Dormia? Havia Vestígio de Ingestão de Alcool? Km Percorridos: Horas Dirigindo:

Pertences:

Informações Complementares:

ENCAMINHAMENTO DO CONDUTOR

Tipo de Receptor:

Responsável pela Recepção:

Documento do Responsável:

Data/Hora da Recepção (hora local): Motivo:

Município/UF:

Descrição do Encaminhamento:

AUTENTICAÇÃO DA CÓPIA:

Autenticado por: Identificação do Servidor Responsável:

NOME:

MATRÍCULA:

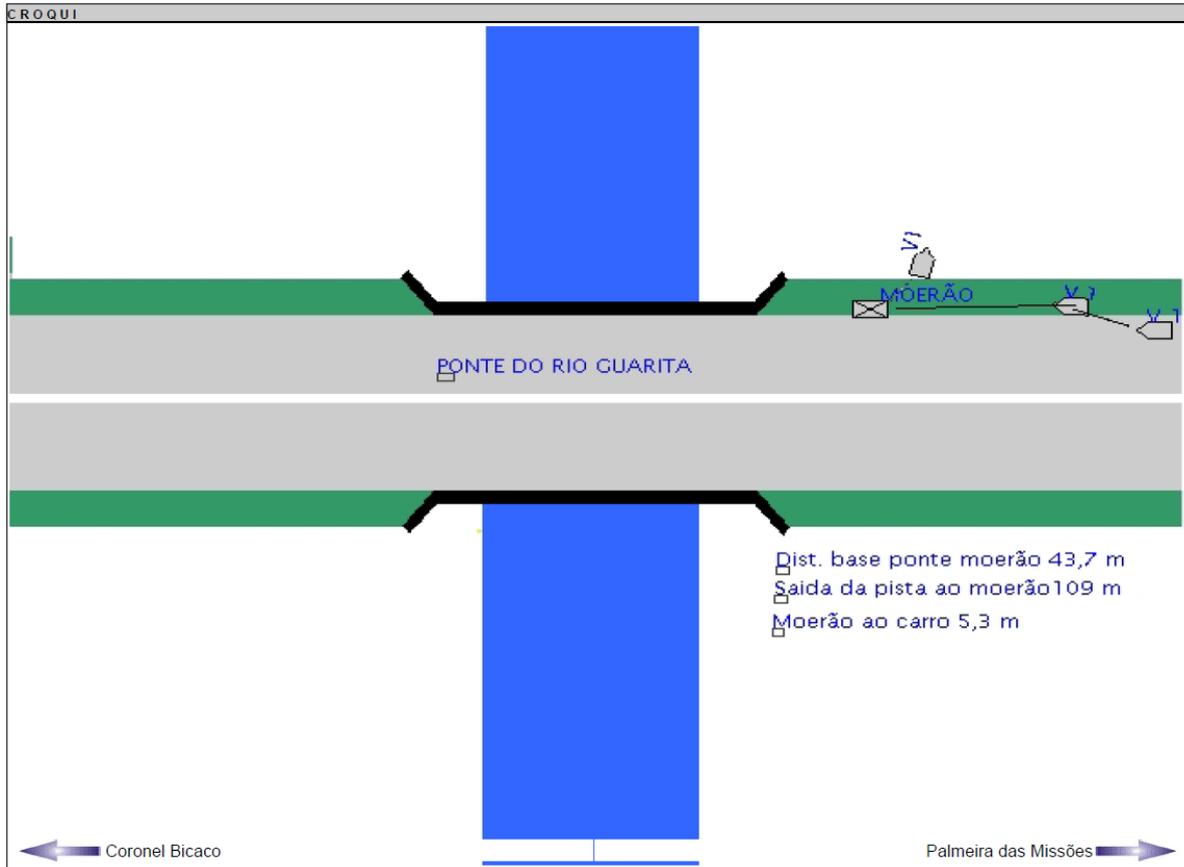
ASSINATURA DO SERVIDOR RESPONSÁVEL

* Somente possuem valor legal as ocorrências em que o status seja "ENCERRADA"

DATA/HORA DA IMPRESSÃO: Segunda-feira 21 Janeiro 2008 - 16:03

Página 3 de 4

 MINISTÉRIO DA JUSTIÇA Departamento de Polícia Rodoviária Federal Sistema de Informações Operacionais BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO	OCORRÊNCIA: <input style="width: 100%;" type="text"/> Comunicação: <input style="width: 100%;" type="text"/> * STATUS DA OCORRÊNCIA: <input style="width: 100%;" type="text"/>
---	--



LEGENDA:

Automóvel	Trem	Caminhão	Ônibus	Conjugado
Veículo Trator	Reboque/Semi-reboque	Veículo Ausente	Veículo de 2 ou 3 rodas	Objeto Fixo
Pedestre	Animal	Incêndio	Ponto A*	Ponto A
Ponto B	Ponto C	Ponto P	Marcha à frente	Marcha à ré
Patinagem ou Derrapagem	Capotagem	Tombamento	Local da colisão	Depois da Colisão
Antes da Colisão	Marca de Frenagem	Triângulo de Amarração		

Latitude do Ponto C: Longitude do Ponto C:

Referência do Ponto A/A*:

Referência do Ponto B:

Distância AB (m): Distância AC (m): Distância BC (m):

VEÍCULO	P1	DISTÂNCIA P1-A (m)	DISTÂNCIA P1-B (m)	P2	DISTÂNCIA P2-A (m)	DISTÂNCIA P2-B (m)
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>	<input style="width: 100px;" type="text"/>

Narrativa da Ocorrência:

AUTENTICAÇÃO DA CÓPIA:

Autenticado por: _____ ASSINATURA DO SERVIDOR RESPONSÁVEL	Identificação do Servidor Responsável: NOME: MATRÍCULA:
---	---

**ANEXO B – Modelo de Boletim de Ocorrência de Acidente de Trânsito em
uso pelo Comando Rodoviário da Brigada Militar**



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA JUSTIÇA E DA SEGURANÇA
BRIGADA MILITAR – COMANDO RODOVIÁRIO



FICHA DE OCORRÊNCIA DE ACIDENTE DE TRÂNSITO				Nº 0000000-B	
Acidente Nº / /		Data / /		Hora:	Dia Semana:
Rodovia: km		Município:			
Trecho de A					
Localidade: Área: () Urbana () Rural					
Tipo () Colisão () Choque () Capotamento () Atropelamento () Pessoa(s) () Tombamento () Abalroamento () Não Especificado () Animal(is)					
Natureza: () Danos Materiais () Lesões Corporais () Morte de Pessoa(s) () Veículo Oficial					
Nº de Veículos Envolvidos:		Nº de Veículos Danificados:		Nº de Feridos:	Nº de Mortos:
NGO nº		ARVEC Nº:		AIT(s) Nº:	Veloc. Local:
Tempo: () Bom () Nublado () Chuva () Cerração					
Superfície de Rolamento: () Alfalto () Não Pavimentado () Trecho em Obras () Concreto () Seca () Queda de Barreira () Barro () Molhada () Pista Alagada () Outro					
Largura da Pista:		Largura Acostamento /		Obstrução lateral: () Sim () Não	
Causa Acid.: () Cond () Veic () Via () Pedestre () Animais () Outros/NC Qual: () Superfície derrapante () Pista em nível () Buracos na pista () Super elevação					
Active no Sentido de: a					
Dist. Visibilidade Ponto de Impacto		V1	V2	V3	V4 () Alcance dos Faróis
Levantamento Planimétrico: () Sim () Não Porquê?					
Levantamento Fotográfico: () Sim () Não					
VEÍCULO		V - 1	V - 2	V - 3	V - 4
Espécie do Veículo					
Placa do Veículo – UF					
Ano do Veículo – Modelo					
Categoria do Veículo					
Transp.(PAS/COL/P.P/CARG/OUTRO)					
Produto Perigoso Nº ONU					
CRLV Nº					
Exercício CRLV - Ano					
CONDUTOR		V - 1	V - 2	V - 3	V - 4
Sexo do Condutor					
Categoria da CNH					
Nº Registro CNH					
Nº de Ocupantes					
Idade Condutor					
Tempo de Viagem					
Distância Percorrida até o Acidente					
Sinais de Embriaguez (Sim-Não-N/C)					
Cinto (Sim-Não-N/C)					
VÍTIMAS (Feridos)		V - 1	V - 2	V - 3	V - 4
Sexo					
Cond – Pas – Pedestre - N/C					
Idade					
Faleceu: (Loc – Desloc – Hosp – N/C)					
Usava Cinto (Sim-Não-N/C)					
VÍTIMAS (Mortos)		V - 1	V - 2	V - 3	V - 4
Sexo					
Cond – Pas – Pedestre - N/C					
Idade					
Faleceu: (Loc – Desloc – Hosp – N/C)					
Usava Cinto (Sim-Não-N/C)					

ATENDIMENTO

Nome:	Posto/Grad:	ID Func.:	VTR:
Nome:	Posto/Grad:	ID Func.:	VTR:
Nome:	Posto/Grad:	ID Func.:	VTR:

Doc. Anexos:

BOAT – Boletim de Ocorrência de Acidente de Trânsito		Nº 0000000							
GRÁFICO:									
Sentido de Direção do V1									
Sentido de Direção do V2									
Sentido de Direção do V3									
Sentido de Direção do V4									
DANOS NOS VEÍCULOS									
	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	
Frontal central.....	<input type="checkbox"/> Entre frontal dianteiro central							
Entre frontal esquerda e central.....	<input type="checkbox"/> Frontal direito							
Frontal esquerdo.....	<input type="checkbox"/> Lateral direito anterior							
Lateral esquerdo anterior.....	<input type="checkbox"/>	... Entre lateral dir. anterior e médio							
Entre lateral esq. anterior e médio...	<input type="checkbox"/> Lateral direito médio							
Lateral esquerdo médio.....	<input type="checkbox"/>	.. Entre lateral dir. posterior e médio							
Entre lateral esq. posterior e médio.	<input type="checkbox"/> Lateral direito posterior							
Lateral esquerdo posterior.....	<input type="checkbox"/> Traseira direita							
Traseiro esquerdo.....	<input type="checkbox"/> Entre traseira direita e central							
Entre traseira esquerdo e central....	<input type="checkbox"/> Vidro pára-brisa traseiro							
Traseira central.....	<input type="checkbox"/> Capô dianteiro							
Vidro pára-brisa dianteiro.....	<input type="checkbox"/> Capô traseiro							
Sinaleira esquerda.....	<input type="checkbox"/> Sinaleira direita							
Farol esquerdo.....	<input type="checkbox"/> Farol direito							
Pára-choque dianteiro.....	<input type="checkbox"/> Pára-choque traseiro							
Espelho retrovisor esquerdo.....	<input type="checkbox"/> Espelho retrovisor direito							
Vidro lateral esquerdo.....	<input type="checkbox"/> Vidro lateral direito							
Pneu dianteiro esquerdo.....	<input type="checkbox"/> Pneu dianteiro direito							
Pneu traseiro esquerdo.....	<input type="checkbox"/> Pneu traseiro direito							
Roda dianteira esquerda.....	<input type="checkbox"/> Roda dianteira direita							
Roda traseira esquerda.....	<input type="checkbox"/> Roda traseira direita							
Teto.....	<input type="checkbox"/> Painel – moto							
Guidão – moto.....	<input type="checkbox"/> Tanque –moto							
Agente:	Órgão receptor								
ID. Func.:	Nome do responsável		ID Func.						
	Assinatura		Data/hora						