

MEDIÇÃO DA SOBRECARGA VISUAL DE MOTORISTAS

Rita de Cássia Zignani ⁽¹⁾
Christine Tessele Nodari ⁽¹⁾
Carla S. ten Caten ⁽²⁾

⁽¹⁾ Laboratório de Sistemas de Transportes – LASTRAN
⁽²⁾ Laboratório de otimização de Produtos e Processos – LOPP
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

A distração do motorista está entre as principais causas de acidentes de trânsito. Este desvio de atenção é muitas vezes provocado pela sobrecarga mental do motorista. Este artigo investiga a capacidade de captação de informações dos motoristas quando submetidos a diferentes níveis de demanda visual. Para a avaliação do desempenho dos motoristas, uma amostra de condutores foi submetida a um experimento com diferentes cenários de uma interseção urbana e distintos níveis de informações. Esta interseção foi reproduzida no software AutoCAD e simulada na tela do computador. Além da carga visual dos cenários, fatores secundários como a ordem de apresentação dos cenários e as características pessoais dos indivíduos foram avaliadas. Os resultados sugerem que os indivíduos ajustam seu nível de concentração conforme a demanda do sistema.

ABSTRACT

Driver distraction is recognized as being one of the central road traffic accidents causes. This attention decrease is many times caused by driver mental workload. This paper evaluates driver's capability to catch information when they are submitted to different visual demand levels. For driver's performance evaluation, a sample of drivers was submitted to an experiment with different scenarios of an urban intersection and distinct information levels. This intersection was reproduced in AutoCAD software and simulated in a computer screen. Secondary factors as scenarios order presentation and individual personal characteristics were also evaluated. Results suggest that individuals fit their level of concentration as system demand.

1. INTRODUÇÃO

O crescente volume de tráfego nos ambientes urbanos associado a uma infraestrutura viária deficiente afeta cada vez mais o desempenho dos motoristas. Além disso, o ato de dirigir um automóvel envolve diversas tarefas e com isso uma expressiva exigência mental sobre os condutores.

A atenção do motorista durante a condução é demandada por componentes internos e externos ao veículo (Baldwin e Coyne, 2003). A demanda externa pode ser caracterizada pela necessidade de avaliação das condições da infra-estrutura viária e do tráfego circulante. A demanda interna é associada a aparelhos utilizados dentro do veículo como o telefone celular, computadores de bordo e rádio. As demandas geradas por esses componentes associadas com a tarefa de conduzir o veículo podem levar a sobrecarga mental do motorista, reduzindo sua atenção e contribuindo para a ocorrência de acidentes viários.

Knipling *et al.* (1993 *apud* Baldwin e Coyne, 2003) estimaram que 60% dos acidentes de trânsito são causados pela falta de atenção do motorista. Nesse contexto, a mensuração dos limites da capacidade dos motoristas em receber informações do ambiente se torna uma questão importante na provisão de ambientes viários seguros.

Este artigo apresenta uma avaliação da sobrecarga visual de motoristas através de um experimento. O experimento reproduziu uma interseção urbana com diferentes níveis de demanda visual. O objetivo desse estudo é identificar a capacidade limite dos motoristas no processamento de informações visuais presentes no ambiente viário.

2. SOBRECARGA MENTAL

O termo sobrecarga está relacionado à demanda mental total a qual uma pessoa é submetida ao executar uma atividade. A sobrecarga mental resulta do processamento simultâneo de diversas fontes de exigência de atenção, geralmente divididas em quatro componentes: (i) o componente visual; (ii) o componente auditivo; (iii) o componente cognitivo; e (iv) o componente psicomotor (Keller, 2002).

As fontes de exigência de atenção vinculadas aos estímulos externos demandados são agrupadas nos componentes visuais e auditivos. O componente cognitivo está associado ao grau de processamento de informação requerido e o componente psicomotor refere-se às ações físicas necessárias no desempenho da atividade. Para melhor esclarecimento desses quatro componentes, pode-se analisar as atividades requeridas para fazer uma ligação telefônica. Estas atividades incluem o componente cognitivo para recobrar o número da memória, o componente visual para visualizar o teclado do telefone, o componente psicomotor quando se utiliza o dedo para pressionar os números e o componente auditivo para escutar a resposta de que os números foram pressionados (Keller, 2002). O mesmo ocorre no ato de dirigir um veículo, onde o motorista utiliza os quatro componentes para efetuar esta atividade.

Quando o motorista é exposto a níveis elevados de sobrecarga mental, seu comportamento normal pode ser modificado resultando em situações de risco no trânsito. Por exemplo, se o motorista percebe uma queda no seu desempenho mental durante a condução do veículo, ele tende a optar, consciente ou inconscientemente, por uma redução de velocidade. Essa atitude tem por objetivo compensar um possível decréscimo do seu desempenho devido à sobrecarga de atenção demandada pelo sistema. Na verdade, a redução de velocidade é um dos possíveis mecanismos para que o motorista resgate o nível de desempenho desejado. Porém, essa redução repentina de velocidade pode impor uma situação de risco de acidentes com os demais veículos que trafegam na via (Patten *et al*, 2004).

O referencial teórico a respeito da sobrecarga mental do motorista é essencialmente internacional. No Brasil, o número de trabalhos sobre o tema ainda é limitado. Os três principais tipos de sobrecarga pesquisados são a sobrecarga visual, a cognitiva e a psicomotora (Zhang *et al.*, 2004).

2.1. O efeito do uso do celular no desempenho dos condutores

Entre os estudos encontrados, a sobrecarga mental cognitiva resultante da utilização do telefone celular durante a condução é a abordagem mais freqüente tanto no Brasil como no exterior (Keller, 2002; Baldwin e Coyne, 2002; Silva, 2001; DENATRAN, 2005).

Em uma pesquisa realizada no Canadá foi avaliada uma amostra de 699 motoristas portadores de celular responsáveis por acidentes com perdas materiais relativamente graves. Os resultados da pesquisa indicaram que o número esperado de acidentes durante ou imediatamente após uma conversa ao telefone é quatro vezes maior do que o esperado sem o uso do aparelho (DENATRAN, 2005). Foi também observado que os motoristas jovens e idosos falando ao celular têm maior tendência ao envolvimento em acidentes do que os motoristas de meia idade.

Outra comprovação do estudo foi a de que os condutores que utilizam o aparelho de viva-voz correm o mesmo risco de sofrer acidentes do que aqueles que seguram o aparelho enquanto dirigem. A diferença encontra-se no nível de complexidade da conversa, que pode ser simples (baixo índice de desvio de atenção) ou complexa (alto índice de distração) (Patten *et al.*, 2004). A complexidade da conversa envolve alterações de atenção, controle das emoções, raciocínio, entre outras reações que são percebidas quando falamos ao telefone. Esta visão contraria a suposição de que o viva-voz não interfere na direção por não necessitar de esforço motor.

2.2. A sobrecarga visual dos motoristas

Em um estudo realizado por Braga (1990) foi identificado que aspectos relacionados às condições de visibilidade foram mencionados por 85% dos entrevistados como causa principal de acidentes. Isso evidencia que a demanda visual excessiva é um importante fator contribuinte de acidentes viários.

A possível sobrecarga visual imposta aos motoristas é caracterizada pela combinação de um complexo conjunto de informações. No meio desse conjunto de informações o condutor deve extrair aquelas consideradas úteis para um desempenho satisfatório. Porém, em ambientes com grande quantidade de informações o motorista corre o risco de não identificar parâmetros importantes e necessários para uma direção segura. Ele pode deixar de observar, por exemplo, perigos potenciais indicados como placas de trânsito, pedestres ou outros veículos se aproximando.

A ferramenta mais freqüentemente utilizada para estimar a sobrecarga do motorista é a simulação (Recarte, 2003). A simulação objetiva monitorar o indivíduo para captar suas reações dentro do ambiente em que está inserido. Com essas informações é possível reproduzir o comportamento do indivíduo enquanto dirige, podendo-se assim criar dispositivos que previnam as situações de sobrecarga. Estes dispositivos reproduzem, para o motorista, um ambiente que seja apropriado à capacidade humana de percepção e reação.

3. AVALIAÇÃO DA SOBRECARGA VISUAL DE MOTORISTAS

O ato de dirigir envolve, além da demanda visual, outras tarefas importantes. Em uma situação real o motorista é também requisitado em fontes de capacidade mental e físicas como o sentido auditivo, cognativo e psicomotor (Keller, 2002). Porém, o experimento realizado nesse estudo limitou-se a avaliar o desempenho visual dos motoristas durante a condução do veículo considerando que as condições de visibilidade são a principal causa de acidentes citada pelos motoristas,

Neste estudo foi analisado, através de uma simulação visual, o desempenho dos motoristas ao receber informações do ambiente externo ao seu veículo. Essa análise foi realizada para uma interseção de via urbana, uma vez que mais de 80% do total de acidentes com vítimas registrados no Brasil ocorrem nesses ambientes (Braga, 1990).

O experimento realizado consistiu em submeter um grupo de motoristas a diferentes configurações de uma mesma interseção urbana não semaforizada. Os cenários avaliados foram gerados no *software* AutoCAD e simulados em uma tela de computador buscando representar uma interseção urbana típica. Tais cenários diferem entre si pela quantidade de

elementos visuais presentes. Os elementos considerados na criação dos cenários estão todos relacionados a aspectos relevantes para a condução segura do veículo ao longo da interseção.

Os elementos visuais utilizados na simulação compreendem placa de parada obrigatória, placa velocidade máxima permitida, placa sentido obrigatório, placa proibido virar a direita, placa passagem de pedestres, placa faixa exclusiva para ônibus, faixa de segurança para pedestres, ônibus na parada, fluxo de veículos, pedestre na faixa de segurança, pedestre fora da faixa de segurança e caminhão.

Para exemplificar, a Figura 1 apresenta um dos cenários do experimento. Esse cenário contém o número máximo de elementos visuais considerados no estudo. Em todos cenários que compõem o experimento foram também incluídos árvores, arbustos e uma placa de publicidade. Esses elementos foram incluídos com o objetivo de tornar os cenários mais representativos da realidade, porém não fizeram parte da lista de elementos visuais considerados na avaliação da sobrecarga dos motoristas.

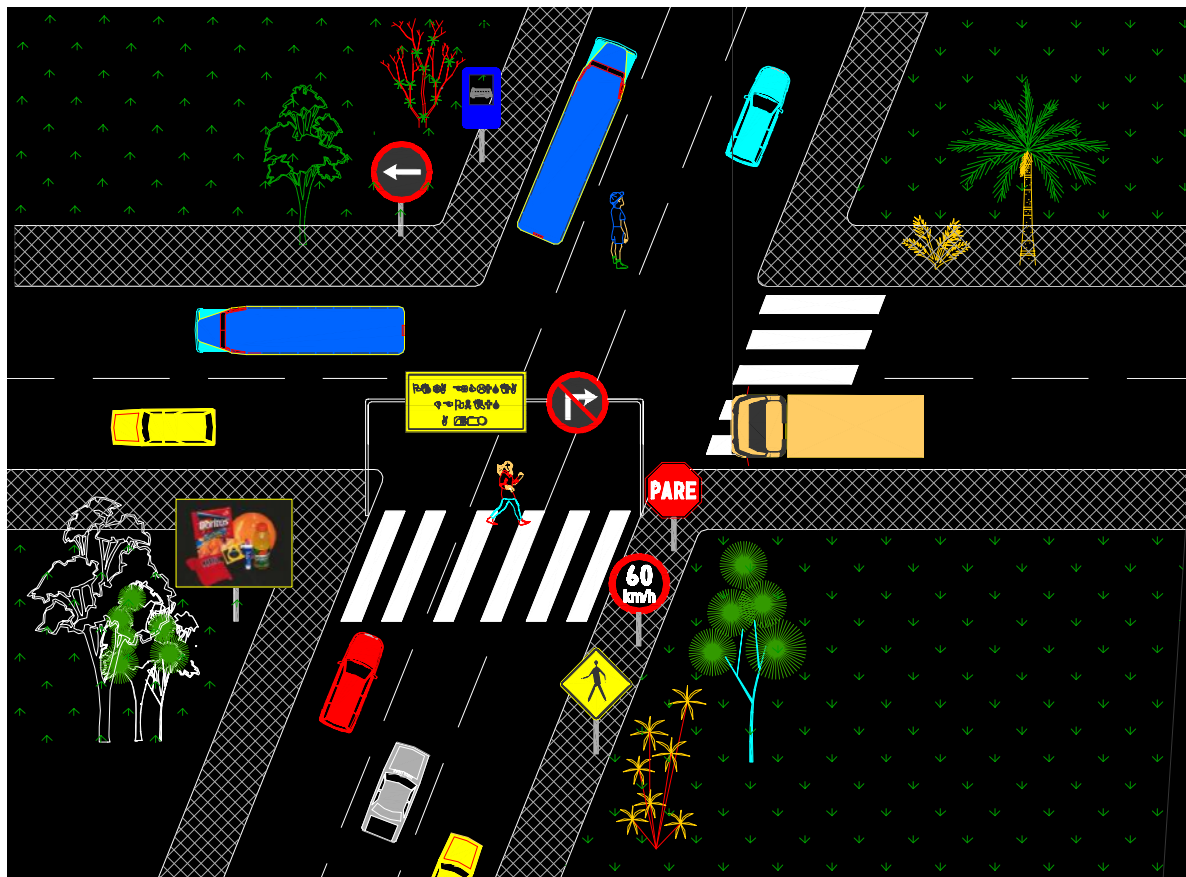


Figura 1: Exemplo de cenário com diferentes elementos visuais

3.1. Planejamento do experimento

O experimento foi projetado com base na teoria de projeto de experimentos, mais especificamente do quadrado latino. O quadrado latino é uma matriz experimental que permite avaliar a influencia de um fator principal e de dois fatores secundários sobre a variável de controle do experimento. Experimentos dessa natureza possibilitam que sejam adotadas amostras representativas reduzidas contemplando a combinação dos níveis dos

diferentes fatores considerados. Projetos desse tipo são possíveis quando todos os fatores considerados no experimento têm um mesmo número de níveis (Montgomery, 2004). O fator principal considerado no estudo foi o número de elementos visuais contidos em cada cenário. Acredita-se que o número de elementos visuais reflita os efeitos da carga visual. A ordem de apresentação dos cenários e as características pessoais dos indivíduos pesquisados foram tratadas como fatores secundários a fim de reduzir o erro experimental e, desta forma, aumentar a precisão das análises.

O fator característica dos indivíduos foi considerado a fim de evitar que características pessoais dos indivíduos pesquisados no experimento, como por exemplo, capacidade de memória, influencie na avaliação da carga visual dos cenários. Da mesma forma, o fator ordem de apresentação dos cenários foi considerado a fim de evitar que a fadiga do indivíduo durante o experimento, provocada pelo fato de analisar vários cenários, influencie na avaliação da carga visual dos cenários. A Tabela 1 apresenta a quantidade de elementos visuais presentes em cada um dos 12 cenários avaliados.

Tabela 1: Número de elementos visuais em cada cenário

Cenários	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Nº elementos	7	4	8	3	9	5	10	11	1	6	12	2

Usando-se os conceitos do quadrado latino foram gerados 12 cenários diferentes (cenários A a L, conforme a Tabela 1) submetidos a uma amostra de 12 pessoas. Para garantir a representatividade da amostra foram adotados dois estratos: idade e sexo, com dois níveis cada gerando 4 estratos distintos. Para cada estrato foram pesquisados 3 pessoas, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Número de indivíduos em cada estrato

Idade	Masculino	Feminino
20-39	3	3
40-60	3	3

A faixa etária de cada estrato segue o pressuposto de que a sobrecarga mental é maior para motoristas inexperientes e idosos (Hancock e Verwey, 1997). Assim, motoristas menores de 20 anos e maiores de 60 não foram considerados na amostra.

A Tabela 3 apresenta a matriz experimental do quadrado latino. Na linha estão apresentados os diferentes indivíduos e nas colunas os cenários a serem avaliados. No interior da matriz define-se para cada indivíduo a ordem de apresentação dos cenários.

Tabela 3: Matriz experimental do quadrado latino

Pessoas	Cenários											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	1	8	3	10	5	12	7	2	9	4	11	6
2	2	9	4	11	6	1	8	3	10	5	12	7
3	3	10	5	12	7	2	9	4	11	6	1	8
4	4	11	6	1	8	3	10	5	12	7	2	9
5	5	12	7	2	9	4	11	6	1	8	3	10
6	6	1	8	3	10	5	12	7	2	9	4	11
7	7	2	9	4	11	6	1	8	3	10	5	12
8	8	3	10	5	12	7	2	9	4	11	6	1
9	9	4	11	6	1	8	3	10	5	12	7	2
10	10	5	12	7	2	9	4	11	6	1	8	3
11	11	6	1	8	3	10	5	12	7	2	9	4
12	12	7	2	9	4	11	6	1	8	3	10	5

As variáveis de resposta analisadas foram o número de Erros Absolutos e o número de Erros Relativos de cada indivíduo em cada cenário. Os Erros Absolutos e Relativos foram calculados com base no número de elementos visuais que o pesquisado deveria identificar em cada cenário, conforme as Equações 1 e 2 respectivamente.

$$Erro_absoluto = N_p - N_a \quad (1)$$

$$Erro_relativo = \left(\frac{N_p - N_a}{N_p} \right) \times 100 \quad (2)$$

Onde N_p é o número de elementos visuais presentes no cenário, considerados importantes para a condução segura do veículo e N_a é o número de elementos visuais que o indivíduo pesquisado identificou corretamente no cenário.

3.2. Execução do experimento

A pesquisa com os condutores se deu em duas etapas. Na primeira etapa foram fornecidas as instruções necessárias para o entendimento do experimento. Os entrevistados foram orientados a visualizar a interseção apresentada e imaginar que estavam dirigindo um dos automóveis apresentados no cenário. Foi também indicado aos entrevistados o deslocamento que eles deveriam fazer na interseção.

Na segunda etapa do experimento foram apresentados os cenários propriamente ditos. Nesse momento foi solicitado que os entrevistados analisassem a interseção e identificassem todos os elementos visuais que consideravam importantes perceber para a condução segura do seu veículo. Cada um dos 12 cenários ficou exposto ao entrevistado durante 8 segundos. Esse tempo, medido em campo, representa um tempo médio de aproximação a um cruzamento, em uma velocidade decrescente, medido a partir de uma distância onde já se percebe as características da interseção à frente.

Após a exposição ao cenário o pesquisador apresentou ao motorista uma folha de resposta contendo 24 elementos visuais possíveis de estarem presentes em uma interseção. Dentre as 24 alternativas estavam inclusive todos os elementos visuais presentes no cenário avaliado. Os motoristas pesquisados deveriam marcar somente aqueles elementos que julgassem importantes para a condução segura do veículo na interseção apresentada. A Figura 2 apresenta um exemplo da folha de respostas apresentada aos condutores pesquisados.

Dentre os elementos listados abaixo, assinale aqueles que você identificou no cenário que acabou de ver e que você considera NECESSÁRIO (ajuda/atrapalha) para a condução segura do seu veículo. Observe que não é solicitado para anotar tudo o que viu e sim o que é mais importante para a condução segura do seu veículo.

Cenário 1

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> semáforo | <input type="checkbox"/> cão atravessando a pista |
| <input type="checkbox"/> placa de proibido virar a direita | <input type="checkbox"/> fluxo de veículos |
| <input type="checkbox"/> placa de parada obrigatória | <input type="checkbox"/> faixa de segurança para pedestres |
| <input type="checkbox"/> árvores | <input type="checkbox"/> placa de proibida virar a esquerda |
| <input type="checkbox"/> pedestre fora da faixa | <input type="checkbox"/> placa de faixa exclusiva para ônibus |
| <input type="checkbox"/> placa de velocidade máxima permitida | <input type="checkbox"/> lixeira na calçada |
| <input type="checkbox"/> placa de indicação de destinos | <input type="checkbox"/> placa de proibido estacionar |
| <input type="checkbox"/> placa de sentido obrigatório | <input type="checkbox"/> placa de passagem de pedestres |
| <input type="checkbox"/> outdoor comercial | <input type="checkbox"/> pedestre na faixa de segurança |
| <input type="checkbox"/> placa de dê a preferência | <input type="checkbox"/> placa de curva acentuada a direita |
| <input type="checkbox"/> caminho | <input type="checkbox"/> ônibus na parada |
| <input type="checkbox"/> placa de altura máxima permitida | <input type="checkbox"/> deficiente físico na calçada |

Figura 2: Exemplo de folha de respostas apresentado aos condutores pesquisados

3.3. Análise dos resultados

A variável de resposta Erros Absolutos traduz diretamente o número de elementos visuais importantes para a condução segura do veículo que não foram identificados pelo condutor em cada cenário avaliado. Já a variável resposta Erros Relativos propõe o uso do percentual de elementos que não foram identificados em cada cenário em relação ao número total de elementos presentes considerados importantes para a condução segura do veículo.

Após os cálculos do número de Erros Absolutos e Erros Relativos de cada entrevistado procedeu-se a análise estatística desses resultados. Essa análise foi realizada através da tabela ANOVA que indica a significância de cada fator avaliado com relação à variável de resposta.

3.3.1 Análise dos Erros Absolutos

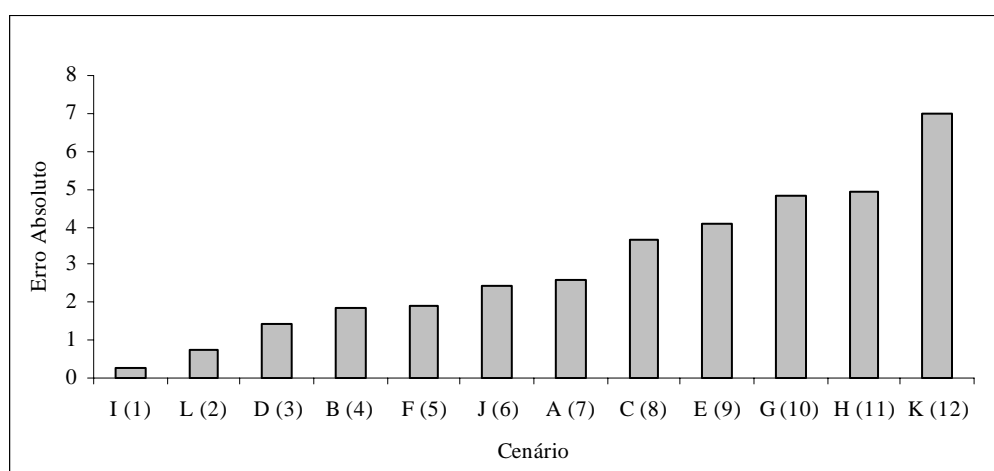
Através da análise da tabela ANOVA, apresentada na Tabela 4 para os Erros Absolutos constatou-se que os três fatores avaliados “carga visual dos cenários”, “características dos indivíduos” e “ordem de apresentação” apresentaram efeito significativo na variável de resposta (Erro Absoluto). Essa análise indica que existe diferença significativa entre os Erros Absolutos nos diferentes cenários apresentados. Ou seja, quanto maior o número de elementos visuais presentes no cenário avaliado, maior é o número de elementos visuais não identificados (Erros Absolutos) pelo entrevistado.

O fato de os fatores – “características dos indivíduos” e “ordem de apresentação dos cenários” – serem significativos, reforça a necessidade de terem sido tratados como fatores secundários. Com isso, embora existam os efeitos causados pela fadiga durante o experimento e pelas características pessoais dos indivíduos, eles não influenciaram a análise do fator principal: carga visual dos cenários.

Tabela 4: Tabela ANOVA com análise do Erro Absoluto

Fonte	SQ	GDL	MQ	Teste F	F tabelado	Resultado
Cenário	513,89	11	46,72	27,55	1,88	significativo
Indivíduos	155,89	11	14,17	8,36	1,88	significativo
Ordem	45,56	11	4,14	2,44	1,88	significativo
Resíduos	186,56	110	1,70			
total	901,89	143				

A Figura 3 apresenta o gráfico de barras dos Erros Absolutos associados a cada cenário avaliado. No eixo das abscissas é apresentado entre parênteses o número de elementos visuais presentes em cada um dos respectivos cenários. Verifica-se um maior número de Erros Absolutos, nos cenários com maior quantidade de elementos visuais presentes.

**Figura 3:** Gráfico Cenário versus Erro Absoluto

3.3.2 Análise dos Erros Relativos

A análise apresentada anteriormente também foi realizada para o resultado medido em Erro Relativo. Porém, a tabela ANOVA representada na Tabela 5 indicou que, nessa análise, a carga visual dos cenários não possui efeito significativo na variável de resposta (Erro Relativo). Da mesma forma que na análise anterior, as características pessoais dos indivíduos e a ordem de apresentação resultaram efeito significativo na variável de resposta.

Tabela 5: Tabela ANOVA com análise do Erro Relativo

Fonte	SQ	GDL	MQ	Teste F	F tabelado	Resultado
Cenário	8712,75	11	792,07	1,84	1,88	Não significativo
Indivíduos	44406,26	11	4036,93	9,40	1,88	significativo
Ordem	14891,56	11	1353,78	3,15	1,88	significativo
Resíduos	47248,29	110	429,53			
total	115258,85	143				

Conforme é possível visualizar na Figura 4, não foi verificada diferença significativa entre os Erros Relativos associados aos diferentes cenários avaliados. Isso ocorre devido ao número de elementos visuais não identificados ser um percentual constante do número de elementos

visuais presentes em cada cenário. Vale ressaltar que essa conclusão é válida apenas para o intervalo do número de cenários analisado nesse experimento.

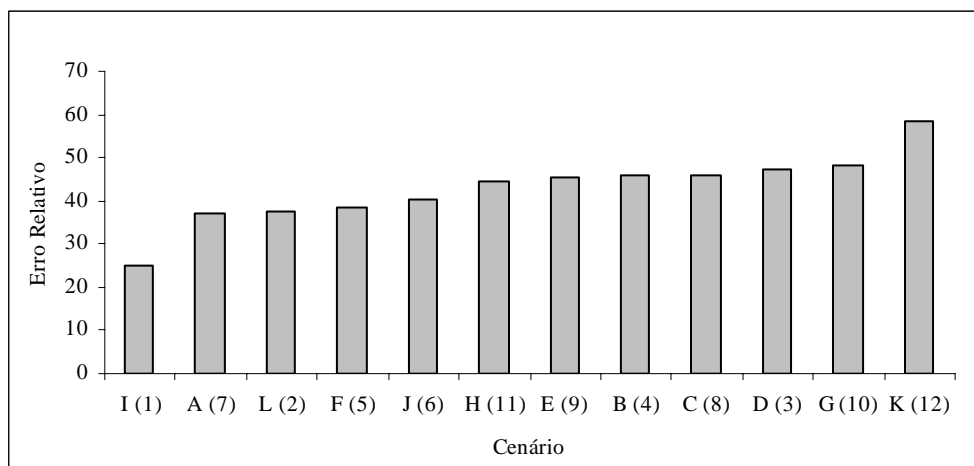


Figura 4: Gráfico Cenário versus Erro Relativo

Esse resultado sugere que os indivíduos ajustam seu nível de concentração conforme a demanda do sistema. De acordo com a análise do Erro Relativo, os indivíduos não identificaram cerca de 50% dos elementos visuais importantes para a condução segura do veículo em cada cenário avaliado.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta uma avaliação da sobrecarga de motoristas com o objetivo de identificar o efeito da carga visual de uma interseção urbana não semaforizada. Foram analisados os números de elementos visuais considerados importantes para condução segura do veículo e não identificados pelos indivíduos pesquisados (Erro Absoluto) e o percentual de elementos visuais não identificados pelos indivíduos pesquisados em relação ao número de elementos visuais presentes nos cenários apresentados (Erro Relativo).

Os cenários foram gerados no *software* AutoCAD e apresentados aos indivíduos pesquisados na tela do computador. Esses cenários foram criados utilizando-se os conceitos de quadrado latino, onde a ordem de apresentação dos cenários e as características pessoais dos indivíduos pesquisados foram tratadas como fatores secundários a fim de reduzir o erro experimental e, desta forma, aumentar a precisão das análises.

A análise dos resultados dos Erros Absolutos indica que quanto maior o número de elementos visuais presentes no cenário, maior é o número de elementos não identificados pelo condutor. A análise dos Erros Relativos mostra resultados complementares à primeira análise, indicando que o Erro Relativo não varia de forma significativa entre os cenários, ou seja, o Erro é um percentual constante do número de elementos visuais presentes no cenário. Ressaltando que a conclusão é válida para o intervalo do número de cenários investigado.

Os resultados obtidos sugerem que os indivíduos ajustam seu nível de concentração conforme a demanda do sistema. Assim, acredita-se que o motorista identifica o número de elementos visuais conforme a carga de informação presente no ambiente viário, tendo maior atenção em ambientes em que é mais requisitado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baldwin, C.L. e J.T. Coyne (2003) Mental Workload as a Function of Traffic Density: Comparison of Physiological, Behavioral, and Subjective Indices. *Proceedings of the Second International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design*. Park City, Utah, USA.
- Braga, M.G.C. (1990) A Percepção de Motoristas e Engenheiros de Tráfego Sobre a Segurança em Cruzamentos urbanos. *Anais do IV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET. Porto Alegre, RS, Brasil.
- DENATRAN. *Implicações Comportamentais quanto ao uso do Celular no Trânsito*. Departamento Nacional de Trânsito. Brasília, D.F. Disponível em <http://www.denatran.gov.br/celular.htm>, acessado em 20 de maio de 2005.
- Hancock, P.A. e W.B. Verwey (1997) Fatigue, Workload and Adaptive Driver Systems. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 29, N° 4, p. 495-506.
- Keller, J. (2002) Human Performance Modelling for Discrete-Event Simulation: Workload. *Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference*. San Diego, CA, USA.
- Montgomery, D.C. (2004) *Design and analysis of experiments* (6ª ed). Editora: IE-Wiley.
- Patten, C.J.D.; A. Kircher; J. Ostlund e L. Nilsson (2004) Using mobile telephones: cognitive workload and attention resource allocation. *Accident Analysis and Prevention*, N° 36, p. 341- 350.
- Recarte, M.A. (2003) Mental Workload While Driving: Effects on Visual Search, Discrimination, and Decision Making. *Journal of Experimental Psychology*. Vol. 9, N° 2, p. 119-137.
- Silva, J. P. (2001) Celulares e acidentes de trânsito. Disponível em <http://www.usp.br/jorusp/arquivo/2001/jusp568/caderno/pesquisa02.html>, acessado em 10 de abril de 2005.
- Zhang, Y., Y. Owechko e J. Zhang (2004) Driver Cognitive Workload Estimation: A Data-driven Perspective. *Proceedings of the Intelligent Transportation Systems Conference – IEEE*. Washington, D.C., USA.

Rita de Cássia Zignani (ritaz@producao.ufrgs.br)

Christine Telesse Nodari (piti@producao.ufrgs.br)

Carla S. Tem Caten (tencaten@producao.ufrgs.br)

Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, LASTRAN/ UFRGS

Praça Argentina nº9 – Porto Alegre, RS, Brasil