

- Existe uma diferença significativa na durabilidade entre períodos de revisão/retífica entre as células combustível, que são o centro gerador de eletricidade dos veículos à célula a combustível a hidrogênio — atualmente em 12 mil horas, contra uma expectativa normal de 30 mil horas antes das revisões mais importantes no caso dos motores a diesel;

- A ausência, até agora, de uma frota suficiente de veículos operados por um período longo de tempo com a tecnologia de célula a combustível a hidrogênio não propiciou o estabelecimento de normas, diretrizes e especificações para o desenho e tecnologia para alcançar objetivos de reduções de custo e de melhorias na durabilidade;

- A falta de experiência de grande escala na operação de abastecimento com hidrogênio, na manutenção e no reparo de veículos movidos à célula a combustível a hidrogênio ainda não permitem aferir os custos de manutenção;

- A falta de consciência pública quanto ao custo das deseconomias causadas pelas emissões de gases na atmosfera pelos motores diesel não permitem embutir os valores no custo final da tecnologia diesel.

Todavia, quando comparados com veículos similares fabricados e disponíveis comercialmente pelas empresas produtoras (Daimler e ISE Corporation), os custos do atual protótipo do ônibus brasileiro movido à célula a combustível a hidrogênio são significativamente mais baixos, tornando-o altamente competitivo para o mercado de exportação, ao menos num primeiro momento.

Com base nestas considerações para assegurar a competitividade econômica buscada neste Projeto de ônibus movidos à célula a combustível, a avaliação da factibilidade e viabilidade é centrada agora nos custos de operação de ciclo de vida comparados entre ônibus a diesel, ônibus elétricos e ônibus movidos a células a combustível no exterior. Tomou-se como parâmetro o custo de ônibus elétricos e ônibus a diesel, segundo as características dos sistemas existentes e os custos operacionais atuais como base de cálculo.

- *There is an important difference in durability between periods of review/retifer between the fuel cell stacks, which are the core generator of electricity for hydrogen fuel cell buses - currently at 12 thousand hours, against a normal expectation of 30 thousand hours before the major revisions in case of diesel engines;*

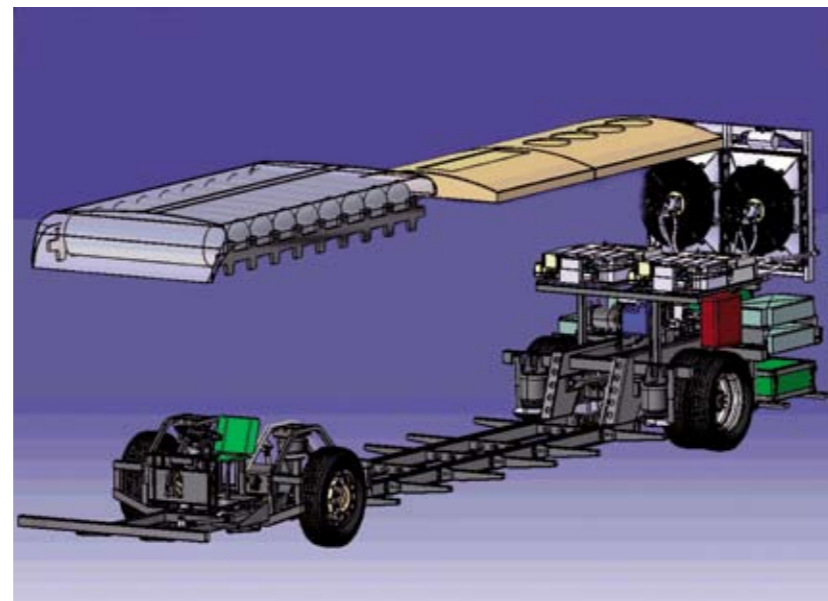
- *The absence so far of an adequate fleet of vehicles operated in a long period of time with the technology of hydrogen fuel cell did not provide the establishment of standards, guidelines and specifications for the design and technology to achieve goals related to cost reductions and improvements in durability;*

- *Lack of experience in large-scale operation with hydrogen supply, maintenance and repair of hydrogen fuel cell vehicles still can not allow to measure the cost of maintenance;*

- *Lack of public awareness about the cost of diseconomies caused by emissions of gases in the atmosphere from diesel engines does not allow to internalize such values in the final cost of diesel technology.*

However, when compared with similar vehicles manufactured and commercially available by manufacturing companies (Daimler and ISE Corporation), the costs of the current Brazilian Fuel Cell Bus prototype are significantly lower, making it highly competitive for the export market, the least in a first moment.

Based on these considerations to ensure economic competitiveness to this Fuel Cell Bus Project, the feasibility assessment is now focused on life cycle costs related to operation, when compared with the diesel buses, electric buses and fuel-cell powered buses abroad. The cost of electric buses and diesel buses were taken as parameters, according to the characteristics of existing systems and current operating costs.



Credito/Credit: Fomontagem Consorcio - 2007

No que diz respeito ao suprimento de energia, a estimativa de produção para a alimentação de toda a frota de veículos movidos à célula a combustível a hidrogênio prevista no Projeto foi feita com base em custos realistas, segundo a tarifa atualmente disponível em São Paulo, considerando uma operação de 20h/dia, sempre fora de horário de demanda de energia (hora de pico), de forma a otimizar os custos de demanda (energia nominal) e o consumo de energia.

Complementando o custo da energia, a produção de hidrogênio de eletrólise tem um custo de investimento para os equipamentos de produção (eletrólise), tanques de armazenamento e sistema de abastecimento, que foi estimado com base na experiência no exterior, notadamente a canadense. No entanto, esses custos estão bem mais abaixo da rede de cabos e transformadores incluída no caso dos ônibus elétricos.

Com relação ao próprio ônibus à célula a combustível, o estudo de viabilidade centrou-se nos futuros custos internacionais da célula a combustível, a montagem dos componentes pensados para uma produção em série. Esses cálculos foram baseados nos custos de fabricação de ônibus elétricos brasileiros, que são dos mais competitivos no mercado internacional. Esta abordagem levou em conta custos operacionais do ciclo de vida do veículo.

Esta é uma distinção básica entre o projeto brasileiro de demonstração e os demais financiados no âmbito do GEF, bem como com outros: os futuros ônibus movidos a célula a combustível a hidrogênio devem atender a exigências de durabilidade de 20 anos ou um milhão de quilômetros percorridos para ter custos operacionais totais competitivos com os ônibus elétricos. Este aspecto é uma das metas importantes a serem consideradas na continuidade deste Projeto.



Credito/Credit: Fomontagem Consorcio - 2008

Regarding the energy supply, the estimate of production for feeding the entire fleet of hydrogen fuel cell vehicles included in the Project was based on realistic costs, according to the rate currently available in São Paulo, considering an operation of 20 hours per day, always out of the peak load periods, in order to optimize the cost of demand (nominal energy) and energy consumption.

Complementing the cost of energy, the hydrogen production from electrolysis includes an investment cost for the production equipment (electrolysis), storage tanks and supply system, which was estimated based on the experience abroad, especially the Canadian experience. However, these costs are much below the cost of network of cables and transformers included in the case of electric buses.

With respect to the fuel cell bus, the feasibility study focused on the international future costs of the fuel cell and the components assembly designed for mass production. These calculations were based on the Brazilian electric buses costs of production, which are the most competitive in the international market. This approach led to operating costs in life cycle.

This is a basic distinction between the Brazilian project for demonstration and the other funded under GEF, as well as other ones: the future hydrogen fuel cell buses should meet the requirements of durability of 20 years or a million of miles traveled to get total operating costs competitive with electric buses. This is one of the major goals to be considered in the continuity of this project.

Para o mercado interno, há ainda a necessidade de uma grande conscientização ambiental e regulação quanto às emissões, de forma que os consideráveis custos ambientais dos ônibus a diesel sejam incluídos como fatores em seus custos de ciclo de vida para que se possa fazer uma comparação mais equitativa. Todavia, considerados os custos apurados na produção do protótipo, podemos afirmar que os ônibus movidos à célula a combustível a hidrogênio são compatíveis com os custos dos ônibus elétricos — levados em conta os custos de rede, transformadores e fornecimento de energia. Ainda assim, a tendência é que os custos sejam menores com uma produção em série e com a maior nacionalização dos componentes, o que significa que seus verdadeiros custos muito provavelmente serão inferiores do veículo protótipo.

6. INDÚSTRIAS BRASILEIRAS: NACIONALIZAÇÃO E EXPANSÃO POTENCIAL

O transporte urbano em ônibus desempenha um papel importante na vida econômica e social do Brasil, sobretudo em grandes cidades como em qualquer país em desenvolvimento. Há várias outras importantes metrópoles e áreas urbanas que poderão seguir o exemplo de São Paulo, ora em substituição pela EMTU/SP. Isto se reflete no tamanho da frota nacional de ônibus: 40 mil ônibus de longa distância e 120 mil urbanos. O Brasil é o terceiro maior mercado para ônibus no mundo, depois da China e da Índia, e o maior mercado produtor para ônibus construído segundo normas ocidentais. Somente o setor do mercado para ônibus urbanos no Brasil exige cerca de 10 mil unidades por ano.

For the internal market, there is still a great need for environmental awareness and regulation on emissions, in such a way that the considerable environmental costs of diesel buses could be included as factors in their life-cycle costs, in order to make the comparison fairer. However, considering the costs established in the production of the prototype, we can say that hydrogen fuel cell buses are consistent with the cost of electric bus - taken into account the costs of network, processors and power supply. Still, the costs tend to be lower with mass production and largest components nationalization, which means that their true costs are probably lower than the vehicle prototype.

6. BRAZILIAN INDUSTRY: NATIONALIZATION AND POTENTIAL EXPANSION

Urban transport by bus plays an important role in social and economic life in Brazil, especially in large cities, as in any developing country. There are several other major cities and urban areas that could follow the example of São Paulo, now in implementation by EMTU/SP. This fact is reflected in the size of the national fleet of buses: 40 thousand buses for long distance and 120 thousand buses for urban transport. Brazil is the third largest market for buses in the world, after China and India, and the largest producer for buses built according to Western standards. Only the urban buses market sector in Brazil requires about 10 thousand units per year.



CARROCERIAS ESPECIAIS PARA VEÍCULO COM TRÊS EIXOS – ESPECIALIDADE BRASILEIRA
Fonte: Marcopolo - 2008.

*SPECIAL BODIES FOR TREE AXELS BUS – BRAZILIAN EXPERTISE
Source: Marcopolo - 2008.*



CHASSI PARA ÔNIBUS TRADICIONAIS E ESPECIAIS – ESPECIALIDADE BRASILEIRA
Fonte: Scania Latin América - 2008.

*TRADITIONAL AND SPECIAL BUSES CHASSIS - BRAZILIAN EXPERTISE
Source: Scania Latin América - 2008.*

Diferentemente de outros países, o país tem uma indústria de ônibus de grande escala, moderna, bem equipada e competitiva, que constrói em torno de 50 mil unidades de chassi e carrocerias por ano equivalente ao dobro da produção de toda a Europa Ocidental. A indústria é liderada por produtoras globais de caminhões e ônibus, capazes de produzir chassis para ônibus no Brasil e no exterior. Essas unidades são acompanhadas de grandes empresas nacionais e estrangeiras produtoras de carrocerias, plenamente capazes, exportando números significativos de ônibus para o restante da América Latina e outros países do mundo.

A indústria brasileira, trabalhando basicamente com a EMTU/SP e a São Paulo Transportes S.A. (SPTrans), desenvolveu uma nova gama de ônibus elétricos e híbridos durante os últimos 20 anos, tanto de um único corpo quanto articulados. O Brasil é um dos maiores produtores do mundo de ônibus elétricos modernos de alta tecnologia, com sofisticados elementos eletrônicos em suas linhas e fabrica a maior parte dos componentes necessários para eles.

A experiência com ônibus eletricamente alimentados nos dá uma excepcional capacidade para desenvolver a nova tecnologia de veículos com propulsão a hidrogênio com grande potencial para o estabelecimento de desenhos e soluções competitivas, que em muito compensam a necessidade de importação de componentes e partes produzidos fora do Brasil, por razões de escala e custo de pesquisa e produção. O grande diferencial do Projeto brasileiro nesse aspecto foi o estabelecimento de uma parceria da indústria nacional com as empresas de ponta em seus ramos de atividades, juntando a experiência na produção de chassis e carrocerias com a tecnologia avançada dos componentes de propulsão. Para uma etapa posterior, ainda dentro do atual Projeto, está prevista uma maior nacionalização de componentes do que no protótipo, o que fará com que os custos sejam ainda mais vantajosos.

Unlike other countries, Brazil has a large scale, modern, well equipped and competitive bus industry, which builds about 50 thousand units of chassis and bodies per year - equivalent to twice the output of all Western Europe. The industry is led by global manufacturers of trucks and buses, capable of producing bus chassis in Brazil and abroad. They are accompanied by large domestic and foreign companies producing coach, fully capable, exporting significant amount of buses to the rest of Latin America and other countries.

Brazilian industry, working primarily with EMTU/SP São Paulo Transport S.A. (SPTrans) developed a new range of electric and hybrid buses over the past 20 years, both in single and articulated bodies. Brazil is one of the largest producers of modern high technology electric bus in the world, with sophisticated electronic items in their lines and produces most of the necessary components for them.

Experience with electrically powered buses gives us an exceptional ability to develop the hydrogen propelled fuel cell vehicles new technology, with great potential for the establishment of design and competitive solutions, which in great part compensates the need to import components and parts produced outside Brazil, due to scale, research and production costs. The great differential of the Brazilian Project in this respect was the establishment of a national industry with cutting-edge companies in their fields of activities, combining the experience in the production of chassis and bodies with the advanced technology of the propulsion system components. In a later step, still within the current project, a greater nationalization of components is expected in comparison to the prototype, which will turn the costs even more competitive.



Credito/Credit Fotomontagem Carlos Zundt - 2009

7. LIÇÕES APRENDIDAS DE EXPERIÊNCIAS ANTERIORES

O desenho do “Projeto Ônibus Brasileiro a Hidrogênio” beneficiou-se das experiências de projetos demonstrativos anteriores de ônibus à célula a combustível, especialmente, das demonstrações dos projetos Hyfleet CUTE, do próprio projeto do GEF em outros países, de Chicago (EUA) e Vancouver (Canadá). Como a demonstração de Vancouver se baseia no hidrogênio eletrolítico, ela tem mais relevância para

a proposta brasileira. Muito do trabalho de desenho, dados da experiência e composição de custos do sistema de recarga de hidrogênio para a proposta brasileira partiu desse conhecimento anterior.

Além disso, houve relevante contribuição da experiência da EMTU/SP no desenvolvimento de ônibus elétricos (trólebus) e corredores para uso na Região Metropolitana de São Paulo. Esses veículos foram desenvolvidos ao longo de tempo significativo, de forma interativa entre

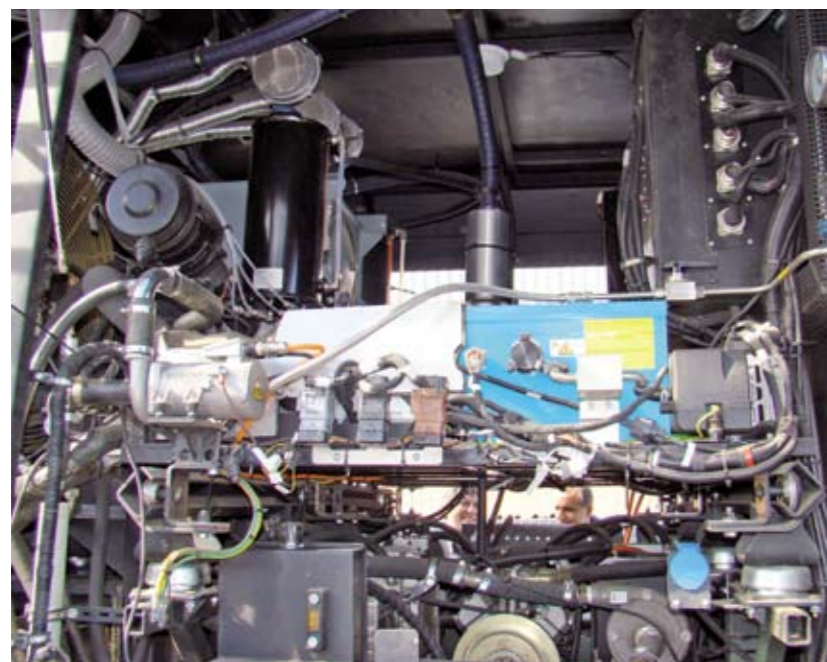
a empresa e os fabricantes. A partir desse conhecimento, demonstrou-se a necessidade de, numa experiência inicial, ser necessário buscar uma solução de propulsão à célula a combustível a hidrogênio para ônibus por meio da participação de empresas estrangeiras de ponta, antes de tentar “abrasileirá-la”. Para a próxima fase (III) do Projeto, o foco será a nacionalização de componentes do sistema de propulsão do ônibus à célula a combustível. Outro aspecto é o de desenvolver uma quantidade de ônibus à célula a combustível a hidrogênio para operar os veículos em condições comerciais.

A tecnologia de célula a combustível é revolucionária em seu potencial para ganhos ambientais e os ônibus urbanos são a aplicação mais atraente e acessível dessa tecnologia para auferir esses ganhos, especialmente em grandes metrópoles. Embora exista um número de diferentes tecnologias de célula a combustível, a denominada célula a combustível a membrana de troca de prótons (PEMFC) é o sistema escolhido para equipar o “Projeto Ônibus Brasileiro a Hidrogênio”. Sua eficiência na conversão da energia química em energia mecânica no tráfego urbano pode ser duas vezes mais alta. Elas emitem muito menos calor e ruído do que um ônibus a diesel, não têm emissões tóxicas e não liberam dióxido de carbono.

O sistema de célula a combustível e os tanques de hidrogênio do ônibus brasileiro podem carregar suficiente hidrogênio comprimido em seus tanques para operar 300 quilômetros por dia — mais do que suficiente para a média de operações dos ônibus no Corredor Metropolitano ABD e para a maioria das situações em trânsito urbano. Seus tanques podem ser abastecidos uma vez por dia na garagem de manutenção da Metra, operadora desse Corredor, o que elimina a necessidade de uma infraestrutura dispersa para reabastecimento com hidrogênio.

The fuel cell technology is revolutionary in its potential for environmental gains and urban buses are the most attractive and accessible application of this technology to assess these gains, especially in large cities. Although there is a number of different fuel cell technologies, fuel cell with a membrane for protons exchange (PEMFC) is the system chosen to equip “the Brazilian Fuel Cell Bus Project”. Its efficiency in converting chemical energy into mechanical energy in urban traffic can be twice as high. They emit much less heat and noise than a diesel bus, and have no toxic emissions, as well as do not release carbon dioxide.

The fuel cell system and the hydrogen tanks of the Brazilian bus can carry enough compressed hydrogen in its tanks to operate 300 kilometers per day - more than enough for the bus operations average in the ABD Metropolitan Corridor and for the most of situations in urban traffic. The tanks can be supplied once a day in the maintenance garage of Metra, the Corridor Operating Company, which eliminates the need for a disperse infrastructure for hydrogen refueling.



DETALHE DOS COMPONENTES DO SISTEMA DE PROPULSÃO DO ÔNIBUS BRASILEIRO A HIDROGÊNIO
Fonte: Carlos Zundt - 2009.

DETAIL OF COMPONENTS OF THE BRAZILIAN FUEL CELL BUS PROPULSION SYSTEM
Source: Carlos Zundt - 2009.

7. LESSONS LEARNED FROM PREVIOUS EXPERIENCE

The design of the “Brazilian Hydrogen Fuel Cell Bus Project” benefited from the experiences of previous projects demonstrating a fuel cell bus, and especially the Hyfleet CUTE project statements, from GEF project in other countries, of Chicago (USA) and Vancouver (Canada). As Vancouver’s demonstration is based on electrolytic hydrogen, it has more relevance to the Brazilian proposal. Much of the work of design, given the experiment data and cost composition of the hydrogen recharge system of the Brazilian proposal relates to this prior knowledge.

Furthermore, there was significant contribution of the experience of EMTU/SP in the development of electric buses (trolley-bus) and transport corridors in

use in the São Paulo Metropolitan Area. These vehicles have been developed over a significantly period of time, in an interactive way between EMTU/SP and the manufacturers. From this knowledge, it was demonstrated the need, in an initial experience, to seek a solution for hydrogen propulsion for buses through the participation of cutting-edge foreign companies. For the next phase (III) of the Project, the nationalization of parts of the propulsion system of the fuel cell bus will be focused. Another aspect is to develop a number of the hydrogen commercial operation.

DETALHE DOS TANQUES DE HIDROGÊNIO DO ÔNIBUS BRASILEIRO
Fonte: Carlos Zundt - 2008.

BRAZILIAN FUEL CELL BUS – DETAILS OF THE HYDROGEN TANKS
Source: Carlos Zundt - 2008.



Em resumo, o Projeto “Ônibus Brasileiro a Hidrogênio” demonstrará importantes vantagens locais adicionais em termos de emissão reduzida de agentes poluentes perigosos para a saúde e o habitat humanos. Também, há importantes benefícios para a comunidade global, a indústria automotiva, provedores de tecnologia, geração de empregos e renda.

Espera-se que os resultados do Projeto sejam:

- Uma importante demonstração da viabilidade operacional da tração à célula a combustível a hidrogênio em ônibus urbanos e de sua infraestrutura de abastecimento sob condições brasileiras;
- Um quadro de operadores de ônibus e pessoal treinado na operação, manutenção, e gestão de ônibus à célula a combustível;

- A acumulação de um corpo substancial de conhecimentos sobre confiabilidade, modos de falha e oportunidades para melhorar o desenho de ônibus à célula a combustível para o Brasil;

- Avaliação do desempenho da unidade de produção e abastecimento por eletrólise;

- Lançar as bases para a expansão do mercado para uso de ônibus à célula a combustível e aumentar o envolvimento da engenharia e do setor de produção de ônibus locais; e

- Maior consciência quanto aos problemas de poluição gerados nos sistemas de transporte, angariando apoio público para um papel aumentado do ônibus a célula a combustível no sistema de transporte urbano do Brasil.

Autoria e organização:
Authors and organization:

Arquiteto / Architect Carlos Zündt
- Gerente de Planejamento da EMTU/SP (Redação, coordenação e organização) / *Planning Manager EMTU/SP (Writing, coordination and organization)*

Eng. Marcos Correia Lopes - Técnico de Gerência de Planejamento da EMTU/SP (Revisão técnica) / *Technician of the Planning Management of EMTU/SP (Technical review)*

Adm. Judit Nagy Alevi - Técnica da Gerência de Planejamento da EMTU/SP (Revisão técnica) / *Technician of the Planning Management of EMTU/SP (Technical review)*

Arquiteta / Architect Karin Regina de Casas Castro Marins - (Revisão técnica e tradução) / *(Technical review and translation)*

Jornalista / Journalist Regina Helena Teixeira Alonso - Gerente de Marketing Institucional da EMTU/SP (Coordenação e revisão) / *Corporate Marketing Manager of EMTU/SP (Coordination and review)*

Jornalista / Journalist Beatriz Buschel Pasqualino - Gerência de Marketing Institucional da EMTU/SP (Redação e revisão) / *Corporate Marketing Management of EMTU/SP (Writing and review)*

In summary, the “Brazilian Fuel Cell Bus Project” will demonstrate significant additional benefits in terms of emissions reduction of dangerous pollutants to health and the human habitat. Also, there are significant benefits to the global community, the automotive industry, technology providers, jobs creation and income.

The results of the Project are expected to be:

- *An important demonstration of the operational viability of urban hydrogen fuel cell buses traction system, as well as the infrastructure for refueling under Brazilian conditions;*

- *A framework for buses operators and staff trained in the operation, maintenance, and management of fuel cell buses;*

- *The accumulation of a substantial set of knowledge about reliability, failure modes and opportunities for improving the design of Brazilian fuel cell buses;*

- *Performance assessment of the production and supply electrolysis unit;*

- *Paving the way for expanding the market for use of the fuel cell buses and increase the involvement of the engineering sector and the production sector of local bus, and*

- *Increased awareness about the pollution problems generated by transportation systems, raising public support for an increased role of fuel cell buses in urban transport system in Brazil.*



2 - EMPRESAS MEMBROS DO CONSÓRCIO

2.1 - ÔNIBUS BRASILEIRO A HIDROGÊNIO – EQUIPE VEÍCULO

BALLARD POWER SYSTEMS

FORNECEU PARA O PROJETO OS STACKS DE CÉLULA A COMBUSTÍVEL PARA APLICAÇÃO AUTOMOTIVA, TRAZENDO E DISSEMINANDO SUA AMPLA EXPERIÊNCIA ADQUIRIDA DURANTE QUATRO GERAÇÕES DE PROJETOS DE DEMONSTRAÇÃO DE ÔNIBUS.

2 - COMPANIES MEMBERS OF THE CONSORTIUM

2.1 - BRAZILIAN FUEL CELL BUS - BUS TEAM

BALLARD POWER SYSTEMS

SUPPLIED AUTOMOTIVE FUEL CELL STACKS TO THE PROJECT, AS WELL AS GAVE ITS EXTENSIVE KNOWLEDGE AND EXPERIENCE GAINED THROUGH FIVE GENERATIONS OF FUEL CELL BUS DEMONSTRATION PROJECTS.

BALLARD®

TECNOLOGIA, DESENVOLVIMENTO E CÉLULAS A COMBUSTÍVEL PARA TRANSPORTE E GERAÇÃO DE ENERGIA – ASPECTOS TÉCNICOS

TECHNOLOGY, DEVELOPMENT AND FUEL CELL STACKS FOR TRANSPORTATION AND ENERGY GENERATION – TECHNICAL ASPECTS

BALLARD®

Sobre a Ballard

A Ballard Power Systems Inc. é líder mundial no desenvolvimento, fabricação, vendas e serviço no setor de células a combustível hidrogênio. Nossos produtos transformam dois dos mais abundantes elementos da natureza (hidrogênio e ar) em eletricidade, de forma eficaz, eficiente e sem emissões.

Essa nossa promessa de uma melhor forma de energia, Ballard "Power to Change" traz consigo a oportunidade de mudar os rumos de desenvolvimento nos seguimentos de movimentação de mercadorias, geração de energia suplementar ou de emergência, e também no transporte de passageiros.

O alto desempenho e confiabilidade das células da Ballard, tem sido repetitivamente validados em aplicações reais e nos mais diversos tipos de uso.

Através dos nossos clientes, a Ballard já acumulou a maior experiência em campo com células do tipo PEM quando comparada a qualquer outra empresa no mundo, tendo produzido mais de 6.000 unidades até o final de 2008.

No seguimento de transporte de passageiros, a Ballard já desenvolveu e testou cinco gerações de produtos e já percorreu mais de três milhões de quilômetros ao mesmo tempo que mais de sete milhões de passageiros foram transportados em diversos países do mundo.

ABOUT BALLARD

Ballard Power Systems Inc. is a world leader in the development, manufacture, sale and servicing of clean energy hydrogen fuel cells. Our fuel cell products transform two of the world's most abundant elements – hydrogen and air – into electricity ... efficiently, effectively and with zero emissions. This promise of better energy brings with it the Power to Change™ end-users' application development in such markets as material handling, backup power, residential cogeneration and heavy-duty applications.



FOTOS: Arquivo Ballard / PHOTOS: Archive Ballard

The performance of hydrogen fuel cells has been repeatedly validated through field-testing by a range of end-users. Through our customers, Ballard has accumulated the most field experience of any PEM fuel cell company in the world, having manufactured over 6,000 units (as at the end of 2008) of fuel cell products. This has included bus demonstration programs across Ballard's five generations of heavy-duty fuel cell module development that have generated over three million kilometers of actual revenue service, transporting in excess of seven million passengers worldwide.

Mais recentemente, e em outros seguimentos de mercado, nossa tecnologia tem tido sua introdução motivada por benefícios imediatos na produtividade e custos de operação:

- No seguimento de movimentação de mercadorias (empilhadeiras), conversões em larga escala começam a acontecer em grandes depósitos pelo mundo: WalMart, Nissan Motors Co., Central Grocers, Bridgestone/Firestone North American Tire, LLC.
- No seguimento de geração de eletricidade para uso em sistemas de resposta a emergências: Dantherm Power A/S.
- No seguimento de geração suplementar para Sistemas de telecomunicação: ACME Group na Índia.
- No seguimento de geração de eletricidade para uso residencial: Tokyo Gas no Japão.
- No seguimento de transporte de passageiros (ônibus), BC Transit no Canadá está atualmente implementando a maior frota de ônibus à célula a combustível Hidrogênio.

Líder Mundial, a Ballard possui mais de 500 patentes e propriedades intelectuais no desenvolvimento das células a combustível hidrogênio para uso automotivo. Com mais de 400 colaboradores, a Ballard tem suas instalações de Desenvolvimento e Produção situadas no Canadá, Columbia Britânica. A Ballard possui também operações de manufatura de materiais especiais em Lowell, Massachusetts, EUA.

INCOMPARÁVEL COMPETÊNCIA NOS TESTES:

Nos laboratórios de teste da Ballard, um dos mais modernos e completos do mundo, com mais de 5.000 m² de área, mais de 85 bancos de prova produzem mais de 400.000 horas de testes por ano. Por meio de um modo integral e em constante desenvolvimento, nossos laboratórios oferecem aos nossos engenheiros e cientistas de pesquisa e desenvolvimento tudo que é necessário para uma avaliação precisa e eficiente da funcionalidade, durabilidade, confiabilidade, segurança e robustez de nossos produtos.

Recent examples of end-customer deployments driven by compelling fuel cell value propositions include:

- *Wal-Mart Stores Inc., Nissan Motor Co. Ltd., Central Grocers, Inc., and Bridgestone/Firestone North American Tire, LLC – all recently placed commercial orders for material handling products.*
- *Dantherm Power A/S – participating in network deployments for dedicated national police, fire and ambulance emergency radio services in Europe.*



Laboratório de testes e desenvolvimento da Ballard em Burnaby, BC, Canada.

- *ACME Group - deploying fuel cell powered telecom backup power solutions in India.*
- *Tokyo Gas – trialing residential cogeneration systems in a large number of Japanese households.*
- *BC Transit - commissioned the world's largest fleet of fuel cell-powered buses.*

Ballard possesses a leading portfolio of fuel cell knowledge with over 500 patents and automotive fuel cell intellectual property rights. With over 400 employees, Ballard is based in Canada, with head office, research, development and manufacturing facilities in Burnaby, British Columbia. In addition, we have manufacturing facilities in Lowell, Massachusetts.

EXTENSIVE IN-HOUSE TESTING CAPABILITIES:

Ballard maintains an extensive fuel cell test facility that is unsurpassed anywhere in the world. Approximately 400,000 hours of tests are conducted annually on over 85 test stations in the 50,000-ft² facility. This provides the product development and research teams with an integrated method for evaluation of product functionality, durability, reliability, safety and robustness. Utilizing well engineered methods, effective and accurate execution techniques and technology that reduces waste, this test facility ensures the highest quality and reliability.

Part of Ballard's testing & product development facility near Vancouver, British Columbia



Fábrica da Ballard localizada em Burnaby, BC, Canada

Ballard's fuel cell manufacturing facility is located in Burnaby, a suburb of Vancouver, BC, Canada

KNOW-HOW DE PRODUÇÃO:

Nossa modernas instalações e linha de produção, tem se tornado o Standard na indústria. Com capacidade de reprodução na ordem de 94% em nossos processos de fabricação, nossa planta em Burnaby, Columbia Britânica, Canadá, é hoje a primeira e mais sofisticada fábrica de produção de células PEM de alto volume no mundo. Ocupando uma área de mais de 5.000 m², nossa fábrica possui os mais elevados níveis de certificações e qualidade: ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 e ISO/TS 16949. Constante ênfase é colocado no desenvolvimento de nossos métodos e meios de fabricação pelo uso de "Lean Principles" e "Six-Sigma" metodologia.

SUPOORTE AO CLIENTE:

A Ballard acredita na qualidade de seus produtos. Todos produtos da Ballard estão cobertos pelo melhor programa de garantia no mercado, incluindo nosso FCvelocity-HD6 heavy-duty fuel cell Module, com 12.000 horas (5 anos), a mais longa garantia já oferecida na indústria. Como parte do suporte que oferecemos aos nossos clientes, estão incluídos os serviços de pós-venda, auxílio na integração e implementação do produto. Quando necessário, estão também disponíveis os serviços de engenharia de aplicação e treinamento nas áreas de manutenção, reparo e detecção de falhas.

POR QUE ÔNIBUS À CÉLULA A COMBUSTÍVEL A HIDROGÊNIO?

Com mais de 2.000.000 de quilômetros rodados em aplicações urbanas, a tecnologia da Ballard é a solução ideal para a operação em frotas de ônibus onde o aumento da eficiência e a redução de emissões são uma prioridade. Comparado a um ônibus Diesel, um ônibus equipado com nossa tecnologia, deixa de produzir 133 toneladas de CO₂ por ano.

Em concordância com o crescente interesse e suporte de entidades governamentais na demonstração de tecnologias alternativas para o transporte de passageiros, a Ballard trabalha ativamente com os fornecedores, integradores e OEM'S das tecnologias em desenvolvimento para veículos elétricos do tipo híbrido, como líder no fornecimento de células a combustível hidrogênio.

Este trabalho constante, tem proporcionado uma rápida evolução e resultados surpreendentes de desempenho, redução de custo e melhoria da durabilidade e confiabilidade, posicionando esta tecnologia a poucos passos de sua comercialização em massa.

Veículos equipados com células a combustível hidrogênio, oferecem um grande número de vantagens quando comparado a veículos movidos a Diesel:

- Redução dos Custos operacionais: Células a combustível hidrogênio são de duas a três vezes mais eficientes do que os motores convencionais de combustão interna, convertendo uma maior parte da energia contida no combustível em movimento, e desta forma oferecendo um considerável potencial de redução de consumo. Sistemas a célula a combustível de hidrogênio possuem no geral, um menor número de partes em movimento e também trabalham a uma menor temperatura, o que se traduz na redução do desgaste e menor custo de manutenção.

- Emissão zero no tubo de descarga: Células a combustível hidrogênio emitem apenas vapor de água, eliminando completamente a emissão de óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre e particulados. Além disso, ônibus equipados com célula a combustível hidrogênio podem reduzir significativamente a emissão de CO₂ no ciclo de produção a consumo do combustível se comparado com as tecnologias convencionais.



FOTOS: Arquivo Ballard / PHOTOS: Arquivo Ballard

PRODUCTION EXPERTISE:

Ballard's state-of-the-art manufacturing facilities set the industry standard, allowing statistical repeatability of 94% of our manufacturing processes. Our plant in Burnaby, B.C. has 50,000-ft² of manufacturing floor space and is the world's first volume manufacturing facility for hydrogen fuel cells. We adhere to the highest level of quality manufacturing & assembly standards. Ballard holds certifications for ISO 9001 (Quality), ISO 14001 (Environment), OHSAS 18001 (Health & Safety) and ISO/TS 16949 (Quality – Automotive) standards. We also apply Lean principles and Six-Sigma™ quality management methods.

INDUSTRY-LEADING CUSTOMER SUPPORT:

Ballard stands firmly behind our product quality, lifetime and durability. All our fuel cell stacks are warranted, including our most extensive warranty of 12,000 hours (5 years) on the FCvelocity™-HD6 heavy-duty fuel cell module. Ballard also offers industry-leading post-sales customer support to assist with safe and effective installation and integration of fuel cell products. With a strong, experienced customer support team, we are recognized as the most trusted fuel cell supplier in the industry, developing collaborative technical relationships with our customers to support integration and implementation activities. We can provide tools to support fuel cell product introduction to end-users, such as assistance with systems integration, advanced application engineering and trouble-shooting.

WHY FUEL CELL BUSES?

With over 2 million kilometres (or in excess of 1.2 million miles) of actual transit bus revenue service, Ballard's fuel cell technology is the ideal solution for transit operators focused on making their bus fleets cleaner and more efficient. Compared with a conventional diesel bus, each fuel cell powered bus produces 133 tons fewer greenhouse gas emissions per year.



Consistent with increased government interest in supporting alternative transit demonstration projects, Ballard actively works with electric drive integrators and bus OEMs as the leading provider of fuel cell modules for mass transit buses. This pairing of Ballard's world-class fuel cell technology with hybrid bus designs has improved vehicle performance, lowered costs and increased durability, providing a line-of-sight to commercialization of the fuel cell hybrid bus.

Fuel cell powered buses offer numerous compelling advantages over conventional diesel powered buses:

- Reduced Operating Cost - fuel cells are two to three times more efficient than

combustion engines, converting more of the fuel's energy into motive power, which offers the potential to reduce overall fuel costs. And fuel cells and electric drive systems have no moving parts, which can reduce engine wear and maintenance costs.

- Zero Tail Pipe Emissions - fuel cell buses emit only water vapour, eliminating air pollutants such as nitrogen oxides, sulphur oxides and particulate matter (PM) and making them an ideal solution for fulfilling regulatory requirements. The use of hydrogen in a fuel cell bus can also significantly reduce greenhouse gas emissions on a "well to wheel" basis, when compared to conventional technologies.

- **Confiabilidade:** Com mais de 7 milhões de passageiros já transportados, nos diversos programas de demonstração desenvolvidos pela Ballard, nossa tecnologia demonstrou níveis de confiabilidade maiores de 95%. Nas palavras dos operadores do programa CUTE (Clean Urban Transportation for Europe), " Os ônibus a célula a combustível hidrogênio que operaram em Luxemburgo, demonstraram a mesma confiabilidade dos ônibus a Diesel".

- **Redução de Ruído:** O silencioso funcionamento dos sistemas a célula de combustível hidrogênio faz com que ele seja ideal para operação em centros urbanos.

- **Desempenho:** Um potente motor elétrico garante uma silenciosa e confortável aceleração e grande capacidade de rampa que se traduzem em satisfação para os passageiros. Não apenas os passageiros, como também os motoristas se beneficiam positivamente pelo desempenho diferenciado dos veículos movidos a célula a combustível hidrogênio.

- **Reliability – While carrying over 7 million passengers in revenue service, buses powered by Ballard's fifth generation heavy-duty fuel cell module demonstrated a corrected availability of greater than 95%. One of the operators in the Clean Urban Transportation for Europe (CUTE) program stated that "the fuel cell buses operated in Luxembourg have shown the same reliability as our diesel bus fleet."**

- **Noise Reduction - The quiet electrical operation of the fuel cell bus makes it an ideal solution for operation in dense urban centres.**

- **Improved Performance - A powerful electric motor ensures quiet and effortless acceleration and greater hill-climbing ability, which translates into increased customer satisfaction. Not only do customers appreciate the benefits of fuel cell buses, but bus drivers themselves rate performance positively.**



FOTOS: Aquino Ballard / PHOTOS: Aquino Ballard

A História da Ballard na família dos Pesados (P1-P5)

A Ballard já desenvolveu, produziu e testou cinco gerações de sistemas de propulsão para veículos pesados.

Fase 1: 1991 - 1992

O primeiro conceito de veículo foi desenvolvido numa plataforma de 10 metros com o objetivo de demonstrar a viabilidade técnica das células a combustível hidrogênio como meio de propulsão em veículos pesados e ao mesmo tempo posicionar a Ballard para o desenvolvimento das fases subsequentes .



Phase 1 fuel cell bus



Phase 2 fuel cell bus

Fase 2: 1993 – 1995

Usando uma plataforma mais adequada ao transporte urbano com 12 metros de comprimento, e uma nova geração de células a combustível hidrogênio menores e mais leves, o veículo fase 2 iniciou seus testes em 1993 em Vancouver, Columbia Britânica, Canadá .

Fase 3 : 1996 – 2000

Com quatro anos de duração, o programa da fase 3 foi conduzido em colaboração com dois grandes operadores, um em Chicago, EUA, e outro em Vancouver, Canadá .

Rodando em condições reais de aplicação, em todos os tipos de clima , esta fase contou com seis veículos que operaram por aproximadamente 4 anos, segundo um plano de implementação passando por períodos de teste em 1997, adaptação de operação em 1998 e por dois anos no transporte efetivo de passageiros até Junho de 2000.



Phase 3 fuel cell bus

BALLARD'S HEAVY-DUTY HISTORY (P1-P5)

Ballard has produced and tested five generations of heavy-duty fuel cell engines for buses, completing successful customer field trials around the globe.

Phase 1: 1991 – 1992

This 32-foot proof of concept bus demonstrated the viability of fuel cells as a power source for heavy-duty applications and set the stage for further technology development by Ballard.

Phase 2: 1993 – 1995

The first real prototype vehicle using modern fuel cell technology was a 40-foot transit bus rolled out in 1993 by Ballard Power Systems. The bus underwent testing in Vancouver, British Columbia.

Phase 3: 1996 – 2000

The four-year-long Phase 3 program was conducted in two major urban transportation markets: Chicago, Illinois and Vancouver, British Columbia, under normal, real-world, revenue-generating conditions, and in all types of weather. It began in June,

1996 with construction of six prototype buses in cooperation with both transit authorities. A pre-delivery test phase started in July 1997, followed by a non-revenue test phase in both cities in 1998. The final part of the test was a two-year public service implementation with three buses in each city, starting March 1998 in Chicago and ending June 2000 in Vancouver.

Fase 4: 2000 – 2001

A fase 4 do desenvolvimento teve como principais objetivos a redução de peso e complexibilidade do sistema resultando num arranjo com um menor número de componentes e uma densidade de potência muito maior, fatores que contribuíram para uma redução significativa do custo de capital e custos de operação.

O veículo da fase 4 foi testado na Califórnia de Julho de 2000 até Outubro de 2001 sob condições extremas de temperatura.



Phase 4 fuel cell bus

FOTOS: Arquivo Ballard / PHOTOS: Arquivo Ballard



Phase 5 fuel cell bus

Fase 5: 2002 – Presente

A participação da Ballard com os veículos fase 5 nos programas HyFLEET: CUTE, ECTOS e STEP, resultou num acúmulo de mais de 2.5 milhões de quilômetros rodados em serviço regular de operação. Trinta e nove ônibus operam transportando passageiros na Europa, Austrália, China e na Califórnia, fornecendo a Ballard informações vitais sobre como nossos veículos com propulsão por células a combustível hidrogênio se comportam em diferentes condições climáticas, atmosféricas e geográficas.

Hamburgo na Alemanha e Santa Clara na Califórnia continuam operando esses veículos.

Phase 4: 2000 – 2001

The Phase 4 portion of the fuel cell engine development, resulted in lighter vehicle, with better acceleration and lower complexity, reduced part count and weight, and improved power density — all of which point to lower capital and operating costs. The Phase 4 bus was tested at SunLine Transit Agency in Thousand Palms, California, between July 2000 and October 2001.

Phase 5: 2002 – Ongoing

Ballard's participation in programs such as HyFLEET: CUTE, ECTOS and STEP has resulted in over 2.5 million kilometers of actual transit bus revenue service. Thirty-nine buses operating in revenue service in Europe, Western Australia, China and California provided Ballard with valuable information about how the fuel cell powered buses perform in different geographies and climates. Hamburg, Germany and Santa Clara, USA continue to operate these buses.

A PRÓXIMA GERAÇÃO:

A próxima geração de células a combustível hidrogênio para a aplicação no transporte pesado, FCvelocity-HD6, incorpora não só a experiência adquirida nas fases anteriores, mas também avanços tecnológicos que proporcionam um considerável aumento na durabilidade, eficiência e redução de custos, proporcionando a oportunidade de oferecer uma garantia de 12.000 horas/cinco anos. A nova geração FCvelocity-HD6, estabelece um novo standard em termos de custo no mercado através de um desenho concebido para produção em larga escala e total compatibilidade com os requerimentos de aplicação.

Incorporando sua própria unidade de controle, o FCvelocity-HD6 pode facilmente manejar as interfaces com outros controladores, fazendo com que se obtenha uma plataforma do tipo "plug and play" em qualquer configuração em veículos híbridos. Menores custos, mais durabilidade, maior eficiência e densidade de potência é o que FCvelocity-HD6 oferece ao mercado de transporte urbano.

Essa é a tecnologia que vai propulsionar os vinte veículos da BC Transit durante os jogos olímpicos de inverno em 2010 na Columbia Britânica, Canadá. Atualmente o primeiro protótipo desta aplicação, realiza seus testes em Victória e Whistler, e já acumulou cerca de 600 horas de testes. Esta mesma tecnologia está sendo incorporada na construção de ônibus para operação em Londres na Inglaterra e nos Estados Unidos.



Ballard's FCvelocity™ – HD6 fuel cell product

NEXT GENERATION

Ballard's next generation heavy-duty fuel cell module, the FCvelocity™-HD6, incorporates the experience and technological advances garnered through our extensive history to deliver enhanced fuel cell durability and improved efficiency at a reduced cost, while offering an industry leading 12,000 hour / five year warranty. With the next generation Ballard fuel cell at its core, the FCvelocity-HD6 establishes a new standard for cost, through design for volume manufacturing, and compatibility with customer system requirements. The heavy-duty power module features a control unit that can interface with a system controller, making it a plug and play application for any fuel cell or hybrid fuel cell bus platform. This next generation module also offers significant advances in durability, power density and fuel efficiency.

This technology will power twenty fuel cell buses for BC Transit's hydrogen fuel cell demonstration fleet, to be commissioned in time for the 2010 Olympic Games in British Columbia, Canada. A test bus has completed a thirty-day evaluation trial, during which it operated up to 16 hours per day in Victoria and Whistler, and accumulated over 575 hours of on-road testing. Important parameters observed during the evaluation are tabulated below.

The same technology is also being integrated into buses for operation in London and the United States.

Alguns parâmetros da nova geração:

Parameter	Unit	Specification	Achieved
Top speed	Kilometres per hour	90 km/hr	103 km/hr
Acceleration (0 to 50 km/hr)	Seconds	20 seconds	19 seconds
Fuel consumption	Kilometres per kilogram	Range specified	11.5 km/kg
Gradeability (8% continuous with 35 passengers, 20% at gross vehicle weight)	Kilometres per hour	30 km/hr	30 km/hr

Ônibus Brasileiro a Hidrogênio:

A comprovada tecnologia da linha automotiva da Ballard foi utilizada na fase II.2 do programa PNUD/GEF para o ônibus brasileiro a hidrogênio.

As células utilizadas na construção deste protótipo foram utilizadas em trinta e nove ônibus e mais de cento e trinta automóveis em programas de demonstração pelo mundo.

Em um total de mais de dois e meio milhões de quilômetros rodados, mais de cento e cinquenta mil horas de testes foram acumuladas.

Performance:	Rated net power	85 kW continuous
	Current	300 Amps max
	DC Voltage	284 Volts (minimum at rated power)
Fuel:	Gaseous hydrogen	Commercial grade (per SAE J2719)
Oxidant:		Air
Operating Conditions:	Temperature (maximum)	80°C (176°F)
	Fuel pressure (nominal)	2 barg
	Air pressure (nominal)	2 barg
Physical:	Length x width x height	805 x 375 x 250 mm (32 x 15 x 10 in)
	Weight	96 kg (212 lbs)
	Volume	75 liters (2.7 cubic ft)
Additional Features:	Control interface	CAN Bus
	Enclosure	Water and dust proof



Ônibus fase II.2 pronto para testes em São Paulo



John Sheridan, Presidente e CEO da Ballard diz "A Ballard se sente honrada em ser o fornecedor das células a combustível a hidrogênio e provedor de tecnologia e know-how a esse importante projeto do PNUD/GEF. A nova arquitetura híbrida resulta em um veículo de alta eficiência e se espera que venha a atingir as expectativas dos operadores em termos de desempenho e durabilidade, ao mesmo tempo de ser uma plataforma que possibilita uma significativa redução de custo do sistema de células a combustível a hidrogênio como um todo".

John Sheridan, Ballard's President and CEO said, "Ballard is pleased to be the fuel cell technology provider for this important UNDP/DEF fuel cell bus deployment. The new hybrid architecture results in high efficiency, is expected to meet the lifetime requirements of a transit fleet, and is a platform that enables significant cost reduction of the fuel cell system."

76

BRAZILIAN FUEL CELL BUS

Phase II.2

Ballard's well-proven automotive fuel cell products have been used for Phase II.2 of the UNDP/GEF fuel cell bus program in Brazil. The fuel cell product used in this bus have been effectively used in thirty-nine fuel cell buses and more than 130 light duty vehicles. This technology has accumulated more than 2.5 million kilometres of actual road experience while clocking more than 150,000 hours.

Integration of Brazil Phase II.2 bus has been very interesting experience. It is a unique example of how true globalization works as suppliers and integrators from three continents came together to form a consortium and made the Brazilian fuel cell bus possible. The bus is very quiet and fuel efficient while maintaining zero emissions to the environment. This bus is now commissioned and ready for the test phase in São Paulo.



Módulo da Ballard integrado no veículo Brasileiro fase II.2

Ballard fuel cell product integrated into the Phase II.2 bus

FOTOS: Arquivo Ballard / FOTOS: Arquivo Ballard



77

BALLARD

BRAZILIAN FUEL CELL BUS

O PAPEL DO ÔNIBUS NO TRANSPORTE COLETIVO URBANO E AS NOVAS TECNOLOGIAS PARA AS GRANDES METRÓPOLES.

THE ROLE OF BUSES IN COLLECTIVE URBAN TRANSPORT AND THE NEW TECHNOLOGIES FOR BIG METROPOLES.



HISTÓRICO

A Marcopolo S.A. é uma das principais empresas do mundo dedicadas ao desenvolvimento de soluções para o transporte coletivo de passageiros. Com 60 anos de atividades, aplica o que existe de mais moderno em seus produtos, consolidando a imagem de liderança e pioneirismo no mercado internacional.

Fundada no dia 6 de agosto, de 1949, em Caxias do Sul, a Marcopolo destaca-se pelas idéias inovadoras aliadas à tecnologia de ponta, que tem como resultado uma linha diversificada que atende necessidades específicas de cada mercado, nacional ou internacional. A empresa nasceu com o nome de Nicola & Cia. Ltda. e foi uma das primeiras indústrias brasileiras a fabricar carrocerias para ônibus, que inicialmente eram de madeira.

A constituição da empresa ocorreu num momento em que o Brasil e a região da Serra Gaúcha estavam em plena expansão, com desenvolvimento comercial e planejamento urbano, que exigiu o surgimento de linhas de transporte coletivo. Em 1941, foi inaugurada a BR 116, ligando Caxias do Sul a importantes centros comerciais, o que beneficiou as indústrias e os habitantes da região.

A evolução do setor automobilístico (transportes e estradas), na década de 50, foi ponto-chave para o crescimento da Nicola & Cia., cujo trabalho, até então artesanal, passou a ser aprimorado e especializado. O primeiro pavilhão, na esquina das ruas 13 de Maio e Os 18 do Forte, logo se tornou insuficiente para a demanda da produção,

sendo transferida para o Bairro Planalto, em 1957, em área de 3.000 m². Naquele ano, a produção já atingia 237 carrocerias em aço, quase uma unidade por dia de trabalho.

As primeiras exportações aconteceram em 1961, para o Uruguai, e deram início à significativa presença da empresa no exterior. O sucesso obtido com o ônibus Marcopolo – denominado a partir do viajante veneziano –, lançado em 1968, no VI Salão do Automóvel, em São Paulo, foi tão grande que o nome acabou adotado pela companhia, a partir de 1971.

HISTORY

Marcopolo S.A. is one of the principal companies in the world dedicated to the development of solutions for the collective transport of passengers. Being active for 60 years, it applies the latest technology in its products consolidating an image of leadership and pioneering in the international market. Founded on the August 06th, 1949 in Caxias do Sul, Marcopolo stands out for the innovative ideas associated to state of the art technology resulting in a diversified line that serves the specific needs of every market, national or international. The company was born with the name Nicola & Cia Ltda. and was one of the first Brazilian industries to manufacture bodies for buses, previously made of wood.

The establishment of the company took place in a moment when Brazil and the region of Serra Gaucha were in full expansion with commercial growth and urban planning which required the emergence of collective transport lines. In 1941, BR 116 was inaugurated, connecting Caxias do Sul to important commercial centers, benefiting the industries and the inhabitants of the region.

The evolution of the automobile sector (transports and roads) in the 50's was the key point for the growth of Nicola & Cia. , whose work, until then handicraft, became refined and specialized. The first pavilion, in the corner of 13 de Maio and Os 18 do Forte, soon became insufficient for the production demand and was transferred to Bairro Planalto, in 1957, in an area of 3.000m². That year, the production would already reach 237 bus bodies made of steel, almost a unit per day's work.

The first exports were delivered to Uruguai and took place in 1961 initiating the significant presence of the company abroad. The success obtained with the Marcopolo bus body – named from the Venetian traveler-, introduced in 1968 at the VI Automotive Show in São Paulo was so big that the name was adopted by the company starting from 1971.



VI Salão do Automóvel - 1968



2 - EMPRESAS MEMBROS DO CONSÓRCIO

2.1 - ÔNIBUS BRASILEIRO A HIDROGÊNIO – EQUIPE VEÍCULO

MARCOPOLO

FORNECEDOR DA CARROCERIA E SEUS COMPONENTES. SUA ALTA CAPACIDADE E INFRA-ESTRUTURA DE PRODUÇÃO NO BRASIL FACILITA A CONTINUIDADE DA PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DE ÔNIBUS MOVIDOS À CÉLULA A COMBUSTÍVEL.

2 - COMPANIES MEMBERS OF THE CONSORTIUM

2.1 - BRAZILIAN FUEL CELL BUS – BUS TEAM

MARCOPOLO

THE SUPPLIER OF THE BUS BODY AND ITS COMPONENTS. ITS ESTABLISHED CAPABILITIES IN BRAZIL WILL ENSURE THE CONTINUITY WITH THE CURRENT LOCAL VEHICLE FLEET BUS PRODUCTION AND EXPORT.



A implantação da filosofia japonesa de administração, em 1986, deu origem a programas como o Sistema Integrado Marcopolo de Produção Solidária (SIMPS) e o de Sugestões de Melhoramentos no Ambiente Marcopolo (SUMAM), a partir dos quais foi formada uma nova cultura organizacional.

Nela, o colaborador participa ativamente das ações da companhia e contribui com sugestões e melhorias, interagindo na tomada de decisões empresariais. Tal implementação nas organizações da empresa acabou se tornando referências nacional e mundial.

Isto permitiu a elevação dos níveis de eficiência da produção e da administração, e também nos padrões de qualidade. Por meio de cursos e de treinamento contínuo, a empresa continuou investindo e valorizando na formação especial da sua força de trabalho. Em 1990, surgiu a Escola de Formação Profissional Marcopolo, em Caxias do Sul, criada em parceria com o SENAI. A escola passou a oferecer cursos técnicos e operacionais, além de complementação escolar.

The implantation of the Japanese philosophy of administration in 1986 gave birth to programs such as the Marcopolo Integrated System of Solidary Production (SIMPS) and the Improvement Suggestions in the Marcopolo Ambient (SUMAM) on the basis of which a new organizational culture was formed.

In this organizational culture the collaborator participates actively in the company's actions and contributes with suggestions and improvements, partaking in the company decision making process. Such implementation in the organization of the company became a national and worldwide reference.

This permitted the elevation of the efficiency levels in production and administration and also of the quality standards. Through courses and continuous training the company continued to invest and appreciate special training for its workforce. In 1990, the Marcopolo Professional Training School was created in Caxias do Sul, in partnership with SENAI. Besides the educational complementation, the school also offered technical and operational courses.

Em 2000, lançou a nova linha de rodoviários, a Geração 6, com veículos ainda mais confortáveis e de alta qualidade, com melhor isolamento acústico e com as mesmas especificações técnicas dos rodoviários top de linha dos países mais avançados. Destinava-se a atender um mercado interno cada vez mais exigente, mas com um olho no mercado externo.

Ao mesmo tempo, começou a ser desenvolvida uma nova estratégia, com o objetivo de ampliar e consolidar-se no mercado interno e abrir novas frentes de comercialização no mercado externo. No fim de 2000, as vendas para outros países representaram 41,6% da receita líquida e a empresa atingiu a marca de R\$ 1 bilhão de faturamento total.

Com a nova linha, a empresa entrou definitivamente no mercado mundial, concorrendo com um produto de alta qualidade e excepcional desempenho nas mais diversas regiões do Brasil, na Europa e na América do Norte.

In the year 2000 Marcopolo introduced a new line of coaches, the Geração 6, with even more comfortable vehicles of high quality, better acoustic isolation and with the same technical specifications of the top of the line coaches from the most developed countries. They were intended to serve an internal market each time more demanding but at the same time the company was keeping an eye on the external market.

Meanwhile, a new strategy started to develop with the objective to be amplified, become consolidated with the internal market and open new commercializing fronts in the external market. At the end of 2000, sales to other countries represented a 41,6% of the net revenue and the company reached the point of R\$ 1 billion total invoiced revenue.

With the new line the company entered definitively in the worldwide market competing with a product of high quality and exceptional performance in the most diversified regions of Brazil, Europe and North America.



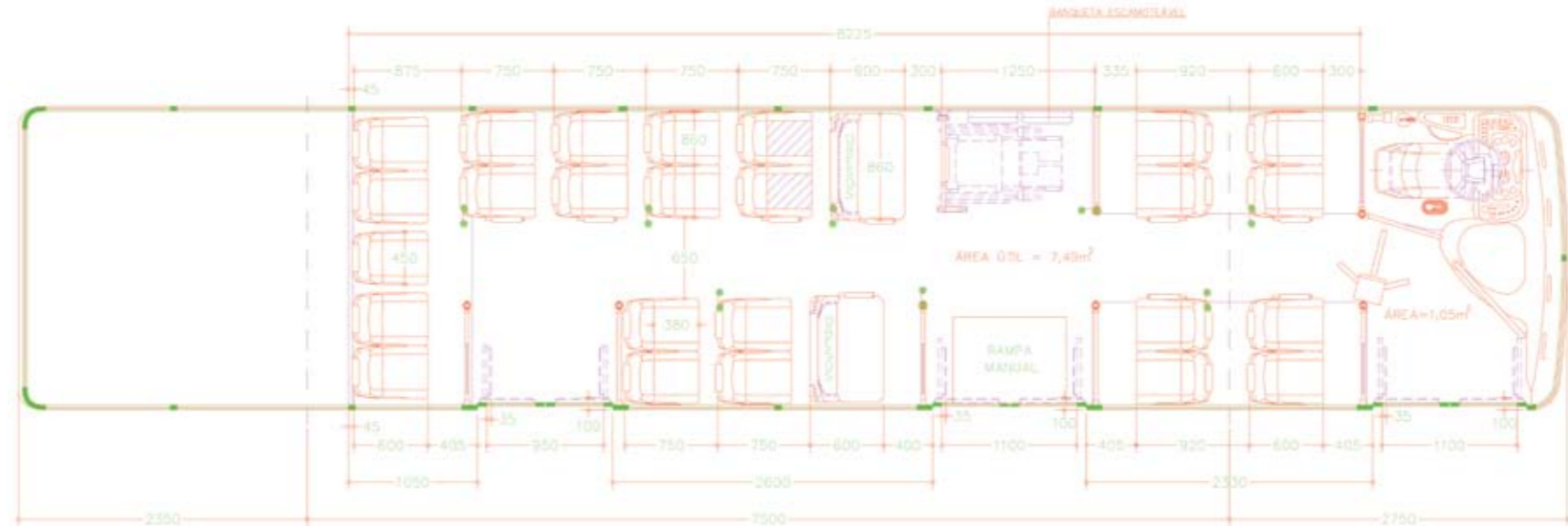
FOTOS: Arquivo Marcopolo / FOTOPRESS Arquivo Marcopolo

Buscando a excelência contínua em seus processos de produção e trabalho, a Marcopolo obteve, em 1996, a Certificação ISO 9002, tornando-se a primeira fabricante de carrocerias reconhecida internacionalmente. Em março de 1997, obteve também a ISO 9001.

Seeking continuous excellence in its processes of production and work, Marcopolo received the ISO 9002 Certification in 1996 becoming the first manufacturer of bus bodies to be recognized internationally. In March 1997 it also received ISO 9001.

O carro-chefe da Marcopolo a circular em estradas brasileiras e do exterior foi o ônibus Paradiso, da linha de produtos Geração IV, lançado em 1983. Suas características inovadoras e compatíveis com as necessidades do mercado, levou a Marcopolo a conquistar duas vezes o Prêmio Distinção Indústria da Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul (FIERGS), em 1986 e 1996, neste ano com a versão Paradiso 1800 Double Decker, primeiro ônibus de dois andares fabricado no País.

The flagship of Marcopolo that circulated Brazilian and international roads was the Paradiso bus, from the Geração IV line, introduced in 1983. Its innovative and compatible characteristics with the passengers transport market led Marcopolo to conquer twice the Industrial Distinction Prize of the Federation of Industries of Rio Grande do Sul (FIERGS) first in 1986 and later, in 1996 with the Paradiso 1800 Double-Decker model, the first two floor bus manufactured in the country.



Paradiso 1800 Double Decker Paradiso 1800 Double Decker

Imagem consolidada com exportações

A Marcopolo iniciou suas exportações em 1961, com a venda de dois ônibus rodoviários para a Companhia Omnibus Pando, do Uruguai. Hoje, com uma gestão empresarial moderna e estrutura organizacional voltada para o mercado global, já exporta para mais de 100 países dos cinco continentes.

Image consolidated with exportations

Marcopolo initiated its exports in 1961 with the sale of two coaches for the Companhia Omnibus Pando from Uruguai. Today, with a modern company management and an organizational structure facing towards global market, it already exports to approximately 100 countries in the five continents.

Com mais de 13.000 colaboradores, a Marcopolo possui duas fábricas em Caxias do Sul e uma no Rio de Janeiro. No exterior, possui unidades na África do Sul, Argentina, Colômbia, Egito, Índia (2), México, Portugal e Rússia.

With more than 13.000 collaborators, Marcopolo has two factories in Caxias do Sul and one in Rio de Janeiro. Abroad, it has units in Argentina, Colombia, Egypt, India (2), Mexico, Portugal, Russia and South Africa.



FOTOS: Arquivo Marcopolo / PHOTOS: Archive Marcopolo



Modelo fornecido para o sistema de transporte de Johannesburgo - África do Sul

Johannesburg BRT System



Modelo fornecido para o sistema de transporte de Johannesburgo - África do Sul. As duas joint ventures, firmadas em 2006, ampliaram ainda mais a presença global da Marcopolo. Na Rússia, firmou parceria com a RUSPROMAUTO, maior montadora russa de veículos. Na Índia, o acordo foi firmado com a Tata Motors, maior montadora indiana, para a montagem e a comercialização de ônibus rodoviários, urbanos, minis e micro-ônibus.

The two joint ventures signed in 2006, amplified even more the global presence of Marcopolo. In Russia, it signed a partnership with RUSPROMAUTO, the biggest Russian assembler of vehicles. In India, the agreement was signed with Tata Motors, the biggest Indian assembler to build and commercialize coaches, urban buses, minis and micro buses.

Em 2007, a Marcopolo firmou nova joint venture, no Egito, com a GB Auto para a produção de ônibus naquele país. A operação tem início na metade de 2009 com a produção de cerca de 1.500 ônibus por ano.

In 2007 Marcopolo signed a new joint venture in Egypt with GB Auto for the production of buses in that country. The operation will initiate in the middle of 2009 with a production of approximately 1.500 buses per year.



FOTOS: Arquivo Marcopolo / PHOTOS: Archive/Marcopolo

Ônibus para o Projeto Transantiago – Chile

Marcopolo bus supplied for Transantiago

Produtos Globais

Em 2005, a empresa lançou veículos com diversos conceitos inéditos, além de design que expressa agilidade, velocidade e identidade da marca Marcopolo. Os modelos passaram a ser desenvolvidos com o conceito de construção modularizada. As saias laterais são feitas com painéis móveis, o que reduz o custo no caso de reparo ou troca, além de facilitar a manutenção.

Hoje, a empresa fabrica veículos em nove diferentes países para atender aos mais diversos e exigentes mercados. Cada unidade desenvolve modelos específicos para as necessidades dos clientes, distintas de região para região, de país para país. Na Índia, por exemplo, a Marcopolo deu início à produção na maior planta de ônibus do mundo, que terá capacidade para montar até 25 mil unidades por ano. No México, na cidade de Monterrey, concentra-se a operação com o maior volume fora o Brasil, com mais de 3.000 ônibus produzidos anualmente.

Em 2008, a Marcopolo registrou receita líquida consolidada de R\$ 2,532 bilhões. A produção total foi de 21.811 ônibus em todas as suas unidades no mundo. O principal destaque foi o crescimento de 20,5% em relação ao ano anterior e garantiu a posição de maior fabricante nacional de ônibus com cerca de 40% de participação.

Global Products

In 2005 the company introduced vehicles with several new concepts, apart from the design which expresses the agility, velocity and identity of the Marcopolo brand. The models started being developed with the concept of modularized construction. The side roofs are made of removable panels which, apart from facilitating maintenance, reduce the cost in case of repair or change.

Today the company manufactures vehicles in nine different countries to serve the most diversified and demanding markets. Each unit develops specific models to meet customers' needs, different from region to region and from country to country. In India, for example, Marcopolo started the production in the biggest bus plant in the world which will be able to assemble up to 25.000 units per year. The operation with the biggest volume outside Brazil is situated in Mexico and had assembled 3.214 buses in 2008.

Marcopolo registered consolidated net revenue of R\$ 2, 532 billion in 2008. The total production was 21.811 buses in all of its units worldwide. The main distinction was the growth of 20, 5% in relation to the previous year which guaranteed the position of the biggest national bus manufacturer with an approximate participation of 40%.

Participação no projeto do primeiro ônibus brasileiro movido à célula a combustível a hidrogênio

A oportunidade de participação do projeto do primeiro ônibus brasileiro movido à célula a combustível, surgiu pela vocação da Marcopolo para a vanguarda, expertise no desenvolvimento de soluções para o transporte de passageiros e experiência internacional em sistemas de transporte em metrópoles.

Sobretudo na última década, a empresa participa ativamente das mais importantes iniciativas ligadas à preservação do meio ambiente, alternativas energéticas e para o transporte de passageiros em grandes centros urbanos, como os dos corredores segregados de Curitiba, Bogotá, Santiago e Cali, entre outros.

Em 1998, atuou no desenvolvimento do primeiro modelo de ônibus brasileiro híbrido (diesel/elétrico) que foi utilizado na cidade de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul. Depois, também teve destacada presença nos projetos dos ônibus movidos a Gás Natural, Etanol e Hidrogênio, entre outros, com mais de 50 veículos que rodam no Brasil e no exterior.

Participation in the project of the first Brazilian Bus using Fuel Cell

The opportunity of participating in the project of the first Brazilian bus using Fuel Cell came from Marcopolo's inclination to the vanguard, expertise in the development of solutions for passengers' transport and with international experience in transport systems in metropolis.

Above all, in the last decade the company participates actively in the most important initiatives connected to the preservation of the environment, energy alternatives and passengers transport in big urban centers like the segregated lanes of Curitiba, Bogota, Santiago and Cali, among others.

In 1998, the company participated in the development of the first Brazilian hybrid bus (diesel/electric) that was used in Porto Alegre, capital of Rio Grande do Sul state. Later on, its presence also stood out in the projects of buses using Natural Gas, Ethanol and Hydrogen, among others, with more than 50 vehicles circulating in Brazil and abroad.



Fornecimento de veículos para a cidade de Cali, na Colômbia - Projeto Mio

Marcopolo participates on Mio – BRT of Cali (Colombia)



Primeiro modelo híbrido



First Brazilian hybrid bus

Ônibus Viale movido a Etanol

Ethanol Bus used in São Paulo

A participação da Marcopolo no projeto Ônibus Brasileiro a Hidrogênio envolveu a área de engenharia de projetos da empresa para a concepção de uma carroceria que permitisse a aplicação de todos os equipamentos que essa tecnologia exige e oferecesse máximo conforto e segurança para os passageiros e capacidade de transporte.

Para isso, foram dedicados dois anos e meio na concepção do veículo, interna e externamente para atender e superar as expectativas e exigências do projeto. O grande desafio foi aliar as exigências de baixo peso e extrema robustez com o conforto para os ocupantes e maior capacidade.

Os engenheiros utilizaram tecnologias e ferramentas das mais avançadas – como Elementos Finitos - para o cálculo da rigidez da estrutura e da parte traseira (onde ficam localizados os equipamentos e cilindros de Hidrogênio).

O resultado é um veículo – Viale H - extremamente avançado, com piso baixo, que atende todas as regulamentações de acessibilidade e concilia máxima ergonomia e conforto para os passageiros. Silêncio, ar puro e ganho de qualidade de vida são os benefícios diretos para a sociedade.



Participar do projeto Ônibus Brasileiro a Hidrogênio é motivo de extrema satisfação e orgulho para todos os colaboradores da Marcopolo, porque coloca o nosso país entre os centros mais avançados na aplicação de tecnologias limpas, como as utilizadas por ônibus experimentais que rodam na Europa, América do Norte e Japão.

Participating in the Brazilian Fuel Cell Bus Project is a motive for extreme satisfaction and pride for all of Marcopolo's collaborators because it places our country among the most advanced centers of clean technology applications such as the ones used in experimental buses circulating in Europe, North America and Japan.

The participation of Marcopolo in the Brazilian Fuel Cell Bus Project involved the area of engineering with projects of the company to conceive a bus body that permitted the application of all the equipment that this technology requires and to offer the maximum comfort and safety for the passengers as well as maximum transport capacity.

For this reason, two and a half years were dedicated to the conception of the vehicle, internally and externally, to fulfill and exceed the expectations and requirements of the project. The great challenge was to combine the low weight requirements and extreme robustness with the comfort of the occupants and greater capacity. The engineers used state of the art technology and tools- such as the Finite Element Method- to calculate the resistance of the structure and the rear part (where the cylindrical equipment of hydrogen is found).

The result is a vehicle - Viale H - extremely advanced, with low floor in accordance to all accessibility regulations and which conciliates maximum ergonomics and comfort for the passengers. Silence, clean air and quality of life are the direct benefits for society.



FOTOS: Arquivo Marcopolo / PHOTOS: Archive Marcopolo



PRINCIPAIS ESPECIFICAÇÕES DO VEÍCULO

Dimensões:

Balanço dianteiro: 2.750mm
 Distância entre-eixos: 7.500mm
 Bitola traseira: 2.350mm
 Comprimento total: 12.600mm
 Largura total: 2.500mm
 Altura total: 3.500mm

Estrutura da carroceria construída em aço galvanizado com tratamento anticorrosão

Dianteira e traseira em fiberglass

Três portas versão urbana localizadas do lado direito

Largura Estrutural das portas: primeira e segunda, 1.250mm, e terceira, 1.100mm

CARACTERÍSTICAS E EQUIPAMENTOS DO VEÍCULO

Suspensão a ar

Meia parede de separação com tubos e vidro

Cinto de segurança de três pontos para o motorista com mecanismo retrátil

Tampa do itinerário, central elétrica e caixas de pistões com trinco

Revestimento externo do teto em fiberglass

Isolamento acústico na cabeceira traseira

Stop light na traseira

Proteção escamoteável junto ao motorista

Chave-geral junto ao motorista

Sistema de segurança para que o veículo não se movimente com as portas abertas

Sistema eletropneumático para acionamento de portas

Sistema de acionamento da porta dianteira na frente do carro com acionamento por botão

Rampa manual de acesso para cadeira de rodas junto a segunda porta

Espaço reservado para cadeira de rodas com cinto de segurança 3 pontos com apoio de cabeça

Janelas com vidros colados fumê

Parabrisa laminado total inteiriço verde

Desembaçador a ar natural para o parabrisa

Poltrona urbana estofada encosto baixo

Duas poltronas especiais reservadas para obeso com descansa-braços escamoteável

Poltrona para o motorista com apoio de cabeça, deslocamento lateral e amortecimento hidráulico

Cortina de ar com motor junto as portas

Isolamento teto / laterais com placas de poliuretano autoextinguível

Isolamento termoacústico

Sirene para marcha-ré com interruptor no painel

Sistema elétrico multiplex

Três janelas de emergencias LE e duas LD

Comando do itinerário eletrônico abaixo da central elétrica

Itinerário eletrônico com LEDs e comando junto ao motorista

Sistema de ar-condicionado com gás Freon 134 Spheros CC 350 de teto

Iluminação interna com LEDs

Câmeras projetoras junto as portas com monitor



FOTOS: Aquino Marcopolo / PHOTOS: Archie Marcopolo



MAIN SPECIFICATIONS:

Main Dimensions:

Front Overhang: 2,750mm

Wheel Base: 7,500mm

Rear Overhang: 2,350mm

Total Length: 12,600mm

Total Width: 2,500mm

Total Height: 3,500mm

Body Frame Made of Galvanized Steel

Profiles United by Welding Process

Full Anticorrosion Treatment on Body Frame

Total Insulation with Expanded Polystyrene

Front and Rear End Caps Made of Fiberglass

One Piece Fiberglass Roof Cover

Front and Rear Bumper made of Reinforced fiberglass

Three Urban Doors

Structural width of the doors: the first and second, 1,250mm, and the third, 1,100mm

Doors Located on the Right Side

One Piece Green Laminated Windshield on Rubber Profiles

Tinted Bonded Side Windows

Three Emergency Windows with Hammer on Left Side

Space Destined to Wheelchair Users with Safety Belts

Hand-operated Ramp for Wheelchair

Driver's Seat Isringhausen Model 500 385-hun65 with Headrest

Seat Belt for Driver (03 Points)

Medium backrest Seats for Passengers

Seats Covered with Fabric (Front)

Armrest for Seats in front of Doors and above Wheel Boxes

Two (02) Seats for Special Passengers

Interior LED Lights for the passengers compartment

Electronic front Route Indicator (Destination Sign)

Fluorescent Light for the Destination Sign

Rear Lights with Position, Braking and Reversing Lights

Reverse Gear Alarm

Internal Cameras on each Door with one Monitor Close to the Driver

Webasto Air Conditioner Model CC350

Multiplex for the driver