

REVISTA ENERGETICA

6/83

Noviembre - Diciembre/83
November - December/83



Organización Latinoamericana de Energía
Latin American Energy Organization

EL POTENCIAL DE LAS ENERGIAS NUEVAS Y RENOVABLES EN EL ABASTECIMIENTO ENERGETICO EN AMERICA LATINA. **olade** THE POTENTIAL OF NEW AND RENEWABLE ENERGY SOURCES IN LATIN AMERICA'S ENERGY SUPPLY. **olade** USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA TEXTIL "LA EXPERIENCIA DE COLOMBIA". **olade** RATIONAL USE OF ENERGY IN THE TEXTILES INDUSTRY: THE COLOMBIAN EXPERIENCE. **olade** MARCO LEGAL PARA LA EXPLORACION UNIFICADA DE YACIMIENTOS PETROLIFEROS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL. **olade** THE LEGAL FRAMEWORK FOR UNITIZATION OF PETROLEUM DEPOSITS AT THE NATIONAL AND INTERNATIONAL LEVELS. **olade** USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LA PRODUCCION DE ELECTRICIDAD "LA EXPERIENCIA DE EL SALVADOR". **olade** RATIONAL USE OF ENERGY IN ELECTRICITY PRODUCTION: THE EXPERIENCE OF EL SALVADOR. **olade** LA BIOENERGIA EN EL BALANCE ENERGETICO DE AMERICA LATINA. **olade** BIOENERGY IN THE ENERGY BALANCE OF LATIN AMERICA. **olade** RACIONALIZACION EN EL CONSUMO DE ENERGIA EN LA REFINERIA DE ZINC DE CAJAMARQUILLA. **olade** RATIONALIZATION OF ENERGY CONSUMPTION IN MINERO PERU'S CAJAMARQUILLA ZINC REFINERY.

EL POTENCIAL DE LAS ENERGIAS NUEVAS Y RENOVABLES EN EL ABASTECIMIENTO ENERGETICO EN AMERICA LATINA

Julio Claudio de Alvarenga Diniz
Maurilio Luiz Pereira da Silva

INDI - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO
INDUSTRIAL DE MINAS GERAIS - BRASIL

1. INTRODUCCION

Analizada en su totalidad, América Latina posee abundantes recursos energéticos tales como: petróleo, carbón, hidroelectricidad, gas natural, biomasa e inclusive uranio. Algunos de sus países son exportadores de petróleo, otros poseen notable conocimiento en la explotación de la hidroelectricidad, otros ostentan liderazgo mundial en la utilización de la Biomasa como fuente de energía. Si estos recursos energéticos fueran aprovechados, adecuadamente, sería posible satisfacer la demanda de energía de toda la región sin recurrir a importaciones extraregionales.

Sin embargo, tal hecho no ocurre debido a una serie de factores que pretendemos analizar en esta oportunidad, al mismo tiempo en que presentamos detalles del programa energético de nuestro País, como forma de ilustración de aquello que puede ser planificado y perseguido en la tentativa de eliminar o suavizar la dependencia externa de recursos energéticos.

2. ESTRUCTURA ENERGETICA DE AMERICA LATINA

Conforme a lo mencionado anteriormente, significativos recursos energéticos están disponibles en América Latina. Sin embargo, estos recursos no se encuentran distribuidos de manera que satisfaga las necesidades de cada País, pudiendo citar a título de ejemplo, los casos de Brasil y Ecuador, los cuales tienen prácticamente el mismo valor de reservas de petróleo y con prácticamente la misma producción de petróleo bruto en 1980, se colocaron en la posición de importador y exportador de expresivos volúmenes de aquel energético, conforme se demuestra a continuación.

1980		
PETROLEO BRUTO 10^3 M^3		
	BRASIL	ECUADOR
Reservas	193.960	174.880
Producción	10.562	11.888
Importación	50.564	
Exportación	70	6.302

Dentro de esta situación, las importaciones de petróleo consumían aproximadamente 51% de los ingresos obtenidos por las exportaciones brasileñas, al mismo tiempo que las exportaciones de petróleo representaban más de 40% de las ventas externas del Ecuador. Si en el caso del Ecuador, las ventas de petróleo representaron un problema por la excesiva dependencia de sólo un producto exportado, en el caso del Brasil, la situación era mucho más grave ya que comprometía seriamente el equilibrio comercial del País en un violento y dañino cambio en relación a 1970, cuando el petróleo representaba apenas 9% de las exportaciones brasileñas.

Situaciones semejantes a éstas, donde existen fuertes desequilibrios de oferta y demanda de energéticos fósiles, son encontrados en prácticamente todos los países de América Latina, con honrosas excepciones para Argentina y Colombia que poseen una oferta razonable de energía de diferentes fuentes.

Las consecuencias de estos desequilibrios en las economías de los países de América Latina (y de innumerables países de todo el mundo) se tornaron bastante evidentes en los años de 1981 y 1982. Diversos estudios sobre tales consecuencias (*) ya fueron presentados en el ámbito de la propia OLADE, de modo que nos restringiremos apenas a analizar las posibilidades tecnológicas de aprovechamiento de las fuentes nuevas y renovables de energía.

Tal análisis tuvo como base los inventarios y compilaciones sobre asuntos energéticos publicados por OLADE (principalmente: Balances Energéticos de América Latina), además de otros documentos ilustrativos del programa brasileño de substitución del consumo de petróleo y sus derivados. Sin embargo, conviene registrar que informaciones detalladas sobre los recursos energéticos de América Latina son escasas y a veces inadecuadas. Variaciones en la metodología y mismo en la terminología adaptadas para el levantamiento de estos recursos, pueden perjudicar el análisis que realizamos.

2.1 PARTICIPACION DE LAS FUENTES NUEVAS Y RENOVABLES EN LA ESTRUCTURA ENERGETICA DE AMERICA LATINA

Las reservas de energéticos y recursos de biomasa de la región, están presentados en el cuadro 1. Conforme se puede observar, son recursos expresivos, pero están distribuidos de manera irregular por prácticamente todos los países de la región. Debe observarse que, tales recursos no están inventariados en su totalidad, pudiendo crecer sustancialmente en muchos de esos Países.

Llevándose en cuenta que la biomasa es un recurso renovable, es importante llamar la atención para algunos números constantes de este cuadro.

- Los recursos de biomasa corresponden aproximadamente a 12% de las reservas totales de energía de América Latina.

(*) Recomiéndase la lectura de "ENERGY AND DEVELOPMENT" Alberto Méndez Arocha - Revista Energética OLADE Nº 23 Enero - Febrero - 1982.

- Para México y América Central tales recursos son iguales a 11% de las reservas totales.
- Para Argentina, Paraguay y Uruguay representan 13%.
- Para Brasil, son superiores a 17% de las reservas totales.
- Para el Caribe y Guayanas los recursos de biomasa representan 36% de las reservas totales de energía.

A pesar de poseer tales recursos, América Latina no consiguió evitar la tendencia mundial de apoyarse excesivamente en el Petróleo (en su mayoría importado) — para atender a sus necesidades energéticas.

Dé este modo, la estructura del consumo en 1978 reflejó una elevada dependencia del petróleo y sus derivados (63%) al mismo tiempo que la biomasa tuvo una participación de aproximadamente 20%, la hidroelectricidad suplió 7%, siendo el resto distribuido principalmente entre el carbón mineral y combustibles animales y vegetales.

Pocos Países, entre los cuales Brasil, Colombia, Perú y Guatemala, hacen uso razonable de las fuentes nuevas y renovables, principalmente la hidroelectricidad y biomasa tanto para consumo industrial como para consumo residencial, comercial y público, conforme demuestran los cuadros 2 y 3.

En Países de América Central la biomasa representa un importante insumo energético (superior a 50% de la oferta total de energía), pero en cambio, depende del petróleo importado para usos más calificados como por ejemplo en la industria y en los transportes, conforme demuestra el cuadro 4.

Estímase que, 50% de la población de América Latina depende de leña y de carbón vegetal para atender sus necesidades básicas, principalmente para la cocción de alimentos.

CUADRO 1

RESERVA DE ENERGETICOS Y RECURSOS DE BIOMASA

10⁶ TEP

	Carbón Mineral	Petróleo	Gas Natural	Hidrocarbu- ros no con- vencionales	Hidroelec- tricidad	Uranio	Biomasa
América Central y México	1.061,2	6.286,1	1.644,1	0,5	3.845	116,8	1.602,0
Caribe y Guayanás	3,0	100,1	305,8	0,2	1.150		871,8
Colombia, Ecuador e Venezuela	817,5	2.834,6	1.325,2	293,5	12.786		826,8
Bolivia, Chile y Perú	734,0	165,9	198,7	0,2	6.322		544,5
Argentina, Paraguay y Uruguay	81,9	350,9	560,7	0,1	4.957	323,7	964,2
Brasil	636,8	185,6	38,2	114,4	15.302	1.034,5	3.574,2
América Latina	3.334,4	9.923,2	4.072,7	408,8	44.362	1.475,0	8.383,5

FUENTE: Programa Latinoamericano de Cooperación Energética - Organización Latinoamericana de Energía.

CUADRO 2
PARTICIPACION DE LA BIOMASA EN EL SECTOR INDUSTRIAL 1978

PAÍS	LEÑA		TOTAL BIOMASA	
	TEP X 10 ³	%	TEP X 10 ³	%
MEXICO*	N.D.		N.D.	
AMERICA CENTRAL				
Costa Rica	18,0	4,8	149,0	40,0
El Salvador	29,0	7,3	194,0	48,9
Guatemala	324,0	36,2	491,0	54,9
Honduras	102,0	30,2	161,0	47,7
Nicaragua	57,0	22,7	58,0	23,1
Panamá	6,6	1,8	109,9	30,5
CARIBE				
Grenada	0,19	19,0	0,2	
Haití	79,0	36,2	126,0	57,8
Jamaica*	N.D.		213,0	10,6
República Dominicana	25,0	2,1	683,0	57,3
Surinam	0,2	2,1	3,6	1,0
Trinidad y Tobago	N.D.			
REGION ANDINA				
Bolivia	N.D.		10,7	3,5
Colombia	N.D.		272,0	6,2
Chile	447,0	15,9	447,0	15,9
Ecuador	N.D.		186,0	32,0
Perú	367,0	14,5	367,0	14,5
Venezuela*	N.D.			
CUENCA DEL PLATA				
Argentina*	5,0		1.100,0	
Uruguay	61,9	9,0	101,3	14,5
BRASIL	3.409,0	8,0	8.919,0	21,0

* Datos estimados de consumo de leña y biomasa.

FUENTE: "Balances Energéticos de América Latina" - OLADE.

N.D.: No Disponible.

CUADRO 3

**PARTICIPACION DE LA BIOMASA EN EL CONSUMO DEL SECTOR
RESIDENCIAL, COMERCIAL Y PUBLICO**

PAÍS	LEÑA		TOTAL BIOMASA	
	TEP X 10 ³	%	TEP X 10 ³	%
MEXICO*	11.954	70,0	11.954	70,5
AMERICA CENTRAL				
Costa Rica	417	75,0	426	76,6
El Salvador	1.330	92,0	1.331	92,0
Guatemala	1.563	90,4	1.563	90,4
Honduras	966	88,4	971	88,9
Nicaragua	508	80,6	518	82,2
Panamá	287	66,8	287,4	66,9
CARIBE				
Grenada	3,4	37,5	3,6	40,0
Haití	1.047	80,9	1.276	98,6
Jamaica*	6	3,0	15	8,1
República Dominicana	426	39,1	818	79,7
Surinam	30	53,3	29,9	53,5
Trinidad y Tobago				
REGION ANDINA				
Bolivia	210	48,3	210	48,3
Colombia	2.948	66,1	2.948	66,1
Chile	882	40,6	882	40,6
Ecuador	783	61,9	783	62,0
Perú	2.281	55,7	2.641	64,5
Venezuela*	11	0,5	13	0,5
CUENCA DEL PLATA				
Argentina*			236	3,8
Uruguay	455	56,7	455	56,7
BRASIL	13.938	48,5	14.295	68,6

* Datos estimados de consumo de leña y biomasa.

FUENTE: "Balances Energéticos de América Latina" - OLADE.

CUADRO 4

OFERTA DE ENERGIA PRIMARIA EN PORCENTAJES PARA 1979

PAÍS	HIDROENERGIA	BIOMASA	PETROLEO	GEOENERGIA
Costa Rica	18,0	47,3	34,7	
El Salvador	4,5	56,0	25,2	14,3
Guatemala	0,8	70,4	28,9	
Honduras	4,5	67,4	28,2	
Nicaragua (1)	5,0	54,1	40,9	
Panamá (2)	2,6	14,6	82,8	

(1) Balance 1980

(2) Balance 1978

FUENTE: Boletín Energético

Organización Latinoamericana de Energía - OLADE N° 21, Jul/Agos/1981.

CUADRO 5

**POTENCIAL HIDROELECTRICO
(1980)**

PAÍS	MW	%
Argentina	45.000	7,5
Bolivia	18.000	3,0
Brasil	213.000	35,5
Colombia	100.000	16,7
Costa Rica	8.548	1,4
Chile	12.000	2,0
Ecuador	22.000	3,7
El Salvador	1.628	0,2
Grenada	8	0
Guatemala	7.600	1,3
Honduras	3.100	0,5
México	40.000	6,7
Nicaragua	4.100	0,7
Panamá	5.000	0,8
Paraguay	17.000	2,8
Perú	58.000	9,7
República Dominicana	1.719	0,3
Uruguay	7.000	1,2
Venezuela	36.000	6,0
TOTAL	599.703	100,0

FUENTE: Boletín Energético

Organización Latinoamericana de Energía - OLADE N° 21, julio/Agosto, 1981.

Con respecto a la hidroelectricidad, Brasil, El Salvador, Costa Rica, Perú y Colombia, ya hacen un razonable uso de su potencial, en cambio que países como Paraguay, Argentina, Uruguay, Perú, Venezuela y otros, tienen excelentes potenciales aún no explotados suficientemente.

Es verdad que Brasil, Colombia, Perú, Argentina, México y Venezuela tienen más de 82% del potencial hidroeléctrico medido hasta el presente, conforme se demuestra en el cuadro 5.

Más, se puede afirmar con seguridad que el perfeccionamiento de los inventarios hidroeléctricos de los demás países hará reducir esta proporción, aumentando al mismo tiempo, la participación de esta forma de energía en el contexto global de las reservas energéticas de América Latina.

Las estadísticas revelan que la región utiliza apenas 7% de su potencial hidroeléctrico conocido, variando desde un máximo de 29.6% en El Salvador, hasta un mínimo de 1% en Guatemala. Estos bajos índices de aprovechamiento en todos los países de la región, indican claramente uno de los caminos a seguir, y que consiste en acelerar el desarrollo de esta fuente, especialmente en la actual fase de la economía mundial, en que la hidroelectricidad compite favorablemente con el petróleo.

De la misma manera, se puede afirmar que la biomasa también ofrece excelentes condiciones de mayor aprovechamiento, no apenas a través de la leña, más también a través del carbón vegetal, del alcohol, del bagazo de la caña de azúcar, del gas pobre obtenido de leña y del carbón vegetal y otras formas.

3. ANALISIS TIPOLOGICO DEL PROBLEMA ENERGETICO

Los efectos, de la denominada "crisis energética" fueron sentidos de manera diversa por los países latino - americanos, como resultado de las diferencias existentes en la dotación de recursos naturales, niveles de desarrollo, capacidad tecnológica y disponibilidad de recursos financieros y humanos.

De la misma forma, cabe destacar que las opciones para contornar esta crisis, a través de la diversificación de la oferta de energéticos, no serán homogéneas para toda la región. No hay duda de que América Latina dispone de condiciones geográficas favorables para encontrar los recursos energéticos (convencionales o no) necesarios. Sin embargo, a nivel de cada sub-región o de cada país, esto será función no apenas de los recursos financieros disponibles más, principalmente, de la tipología de los diversos países, de modo a considerar con los debidos cuidados la gran diversidad de condiciones fisiográficas, económicas y demográficas y los diferentes niveles de desarrollo cultural, técnico e industrial.

La tipología más comúnmente adoptada en los estudios producidos en el ámbito de OLADE (*) tienen como base, parámetros económicos y geográficos. De acuerdo con la misma, los Países serían divididos de la siguiente manera:

Grupo I Mexico

Grupo II Países de América Central

- * Guatemala
- * Honduras
- * El Salvador
- * Nicaragua
- * Costa Rica
- * Panamá

Grupo III Países del Caribe

- * Bahamas
- * Cuba
- * Jamaica
- * Haití
- * República Dominicana
- * Santa Lucía
- * San Vicente
- * Barbados
- * Grenada
- * Trinidad y Tobago
- * Surinam
- * Guayana

(*) Recomiéndase la Lectura de:

"The Latin American Energy Problem: A Typological Study"
Joubert C. Diniz - Revista Energética OLADE N° 23
Enero - Febrero - 1982.

Grupo IV Países Andinos

- * Venezuela
- * Colombia
- * Ecuador
- * Perú
- * Chile
- * Bolivia

grupo V Países de la Cuenca del Plata

- * Argentina
- * Paraguay
- * Uruguay

Grupo VI * Brasil

3.1 GRUPO I - MEXICO

México cuenta con expresivas reservas de petróleo, gas natural y carbón mineral, y razonables de recursos de hidroelectricidad y biomasa, además de reservas geotérmicas y de uranio cuya cantidad aún no es conocida con precisión.

La estructura de estas reservas está demostrada en el cuadro 6.

CUADRO 6

MEXICO

ESTRUCTURAS DE LAS RESERVAS

FUENTE	%
Carbón mineral	9,6
Petróleo	57,6
Gas Natural	15,1
Hidrocarburos no Convencionales	
Hidroelectricidad	16,6
Geotermia	
Uranio	1,1
TOTAL	100,0

De este modo, las alternativas recomendadas para atender la demanda energética futura son las siguientes:

1. Diversificación de fuentes para reducir la de-

pendencia elevada de petróleo a través de:

- Utilización más intensa de los recursos de biomasa, principalmente a través de la leña y del carbón vegetal para uso industrial.
 - Aumento de la producción de carbón mineral.
 - Utilización racional y aprovechamiento más intenso del gas asociado al petróleo.
 - Producción de alcohol carburante a partir de la caña de azúcar.
2. Valuación detallada y explotación más intensa de los recursos hidroenergéticos y geoenergéticos.
 3. Establecimiento de procedimientos visando la racionalización y conservación de energía.

3.2 GRUPO II - PAISES DE LA AMERICA CENTRAL

Para estos países, debido a las reducidas o casi inexistentes reservas de petróleo, carbón mineral y gas natural (cuadro 7), las opciones más ventajosas son fundamentadas en la hidroenergía, biomasa y geonergía a través de:

1. Diversificación de fuentes para mejor aprovechamiento de los recursos naturales y reducción del alto grado de vulnerabilidad al petróleo, en los sectores industrial y de transportes;
2. Levantamiento detallado de los recursos hidroenergéticos, geoenergéticos y de biomasa;
3. Desenvolvimiento acelerado de la hidroelectricidad para:
 - Generación de calor de proceso industrial.
 - Transportes urbanos y ferroviarios.
 - Producción de fertilizantes.

CUADRO 7
AMERICA CENTRAL
ESTRUCTURA DE LAS RESERVAS

FUENTE	%
Carbón	0,6
Petróleo	0,2
Gas Natural	
Hidrocarburos no convencionales	
Hidroelectricidad	99,2
Geoenergía	0,1
TOTAL	100,0

FUENTE: Programa Latinoamericano de Cooperación Energética Nov/81

- 4. Producción de alcohol carburante, a partir de caña de azúcar u otra fuente;
- 5. Utilización racional y aprovechamiento energético de los recursos de biomasa a través de:
 - utilización eficiente de la leña y del carbón vegetal;
 - Producción de substitutos vegetales para los derivados de petróleo (alcohol de madera y aceites vegetales carburantes).

3.3 GRUPO III - PAISES DEL CARIBE

Para los países del Caribe es necesario diferenciar los países de acuerdo con su disponibilidad de petróleo, ya que Trinidad y Tobago es exportador del mismo. Sin embargo, si continuara produciendo los mismos niveles de 1979, Trinidad y Tobago consumirá todas sus reservas en solamente 9 años, lo cual indica una necesidad de adaptar políticas de conservación y diversificación de fuentes energéticas dentro de las alternativas aplicables a los demás países.

Por toda la sub-región, cabe observar la impor-

tancia de los sectores de transporte e industrial en los requerimientos presente y futuro de energía.

De acuerdo con las reservas de la región (cuadro 8), se pueden citar las siguientes alternativas.

1. Diversificar el consumo de petróleo y sus derivados y substituirlos por recursos locales, principalmente la hidroelectricidad y la biomasa;
2. Completar la evaluación de los recursos hídricos y de biomasa, a fin de conocer su total potencialidad;
3. Acelerar la explotación de la geoenergía;
4. Acelerar el uso de la hidroelectricidad para transportes urbanos y ferroviarios y para la industria;
5. Proceder a una evaluación sistemática del potencial para producción de alcohol de caña de azúcar;
6. Racionalizar el consumo de derivados de petróleo, tratando al mismo tiempo de mejorar la eficiencia de los medios de conversión.

CUADRO 8
PAISES DEL CARIBE

ESTRUCTURA DE LAS RESERVAS

FUENTE	%
Carbón	0,7
Petróleo	23,4
Gas Natural	71,4
Hidrocarburos no convencionales	
Hidroelectricidad	4,4
TOTAL	100,0

FUENTE: Programa Latinoamericano de Cooperación Energética Nov/81.

CUADRO 9

**PAISES ANDINOS
ESTRUCTURA DE LAS RESERVAS (%)**

FUENTE	BOLIVIA	COLOMBIA	CHILE	ECUADOR	PERU	VENEZUELA
Carbón		7,5	39,7		2,0	1,5
Petróleo	1,1	1,2	3,5	8,5	2,1	38,8
Gas Natural	7,6	1,6	3,9	5,5	0,6	16,2
Hidrocarburos no convencionales						4,4
Hidroenergía	91,3	89,7	52,9	85,9	95,2	39,1
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

FUENTE Programa Latinoamericano de Cooperación Energética -
Organización Latinoamericana de Energía.

3.4 GRUPO IV - PAISES ANDINOS

Los países de la Región Andina también presentan una grande heterogeneidad en sus reservas de petróleo, carbón mineral y gas natural, conforme demuestra el cuadro 9.

Además, algunos países poseedores de reservas razonables de petróleo se tornaron exportadores de expresivos volúmenes de este energético, lo que puede colocarlos en una situación de vulnerabilidad, ya que sus reservas podrán agotarse a corto plazo (10 hasta 20 años) caso mantengan las exportaciones en los niveles de 1979/1980.

Ante esta situación, se presentan las siguientes opciones:

1. Substituir el consumo de petróleo y derivados (correspondiente al 66% de la oferta interna de energía primaria) por otros recursos de gran disponibilidad como por ejemplo, el carbón mineral, el gas natural y las fuentes renovables, biomasa e hidroelectricidad.
2. Racionalizar el consumo de energía, sobre todo de los derivados de petróleo, procurando al mismo tiempo, mejorar la eficiencia de los medios de conversión.
3. Procurar aprovechar racionalmente el gas natural extraído, que no ha sido aprovechado en gran proporción.
4. Promover un mejor uso de la hidroelectricidad en los transportes urbanos y ferroviarios.
5. Completar la evaluación de los recursos hídricos a fin de conocer la totalidad de su potencial.
6. Utilizar los recursos de biomasa de manera conveniente, en especial de leña, fomentando su utilización en el sector industrial, no sólo en la forma de quema directa, sino también en forma de gas y de carbón vegetal.

3.5 GRUPO V - PAISES DE LA CUENCA DEL PLATA

La región de la Cuenca del Plata también presenta cierta heterogeneidad de reservas, ya que Uruguay y Paraguay no disponen de reservas de petróleo y gas natural, al contrario de Argentina que posee una gran variedad y disponibilidad de recursos energéticos, inclusive uranio. El conjunto de reservas de estos países se encuentra descrito en el cuadro 10.

CUADRO 10

PAISES DE LA CUENCA DEL PLATA

ESTRUCTURA DE LAS RESERVAS

FUENTE	%
Carbón	1,3
Petróleo	5,6
Gas Natural	8,9
Hidrocarburos no convencionales	
Hidroenergía	79,0
Geoenergía	
Uranio	5,2
TOTAL	100,0

FUENTE: Programa Latinoamericano de Cooperación Energética
Organización Latinoamericana de Energía.

Conforme sucede en los demás países, en la región de la Cuenca del Plata también ocurre una elevada dependencia de Petróleo y sus derivados, (67% de la oferta) si bien que Argentina produce más del 90% de su consumo de petróleo. El caso de Uruguay es el más crítico debido a la total dependencia de petróleo importado y al reducido aprovechamiento de sus excelentes reservas hídricas.

De acuerdo con esta situación se presentan las siguientes opciones:

1. Diversificar la utilización del petróleo, mediante la substitución por otros energéticos, a fin de reducir las importaciones.



2. Perfeccionar el levantamiento de recursos de hidroenergía y biomasa, procurando explotar más intensamente tales recursos, principalmente en el Uruguay y Paraguay.
3. Substituir, en la medida de lo posible, el consumo de derivados de petróleo en los transportes (urbano y ferroviario) por electricidad.
4. Incentivar la utilización de recursos de biomasa, principalmente la leña y el carbón vegetal, en los procesos industriales.
5. Incrementar la producción y el consumo de alcohol carburante a partir de caña de azúcar en el Paraguay.

3.6 GRUPO VI - BRASIL

De la misma manera que los demás países, el Brasil también se apoyó excesivamente en los derivados de petróleo, aumentando su dependencia de petróleo importado, mismo hasta después de las "crisis" de 1973 y 1979. La dependencia externa de petróleo y carbón mineral llegó en 1979 al 90% y 77% respectivamente, lo que correspondía a una dependencia externa de aproximadamente 40% del consumo total de energía primaria. La evolución del consumo total de fuentes primarias está ilustrado en la figura 1.

Las alternativas adoptadas por el Brasil para aliviar tal situación, son bastante variadas e interesantes, mereciendo un análisis detallado como forma de orientación para los demás países.

Cabe destacar que debido a las dimensiones geográficas del País y a la gran variedad de condiciones fisiográficas (clima, calidad del suelo, tipo de vegetación, etc.) económicas, sociales, y geológicas, el modelo brasileño presenta soluciones de carácter nacional y regional. Por esto mismo, tales soluciones pueden ser bastante orientadoras para estudios semejantes, en el ámbito regional de cada País de la América Latina.

4. ESTUDIO DE UN CASO DE PLANIFICACION ENERGETICA - BRASIL

4.1 EL MODELO ENERGETICO BRASILEÑO

4.1.1 Fundamentos

La estructura del consumo de energía primaria en el Brasil, mostraba a fines de la década del 70, índices muy elevados de consumo de combustibles no renovables, conforme indica el cuadro 11.

Si confrontamos tal consumo con las reservas y recursos energéticos disponibles (cuadro 12), se nota claramente la incompatibilidad entre estos datos, indicando la necesidad de buscar soluciones para un uso más coherente de las fuentes energéticas nacionales. Además, se observa un serio problema de balance comercial, ya que las importaciones de petróleo presentaban un compromiso creciente en relación a las exportaciones totales del país, conforme demuestra el cuadro 13.

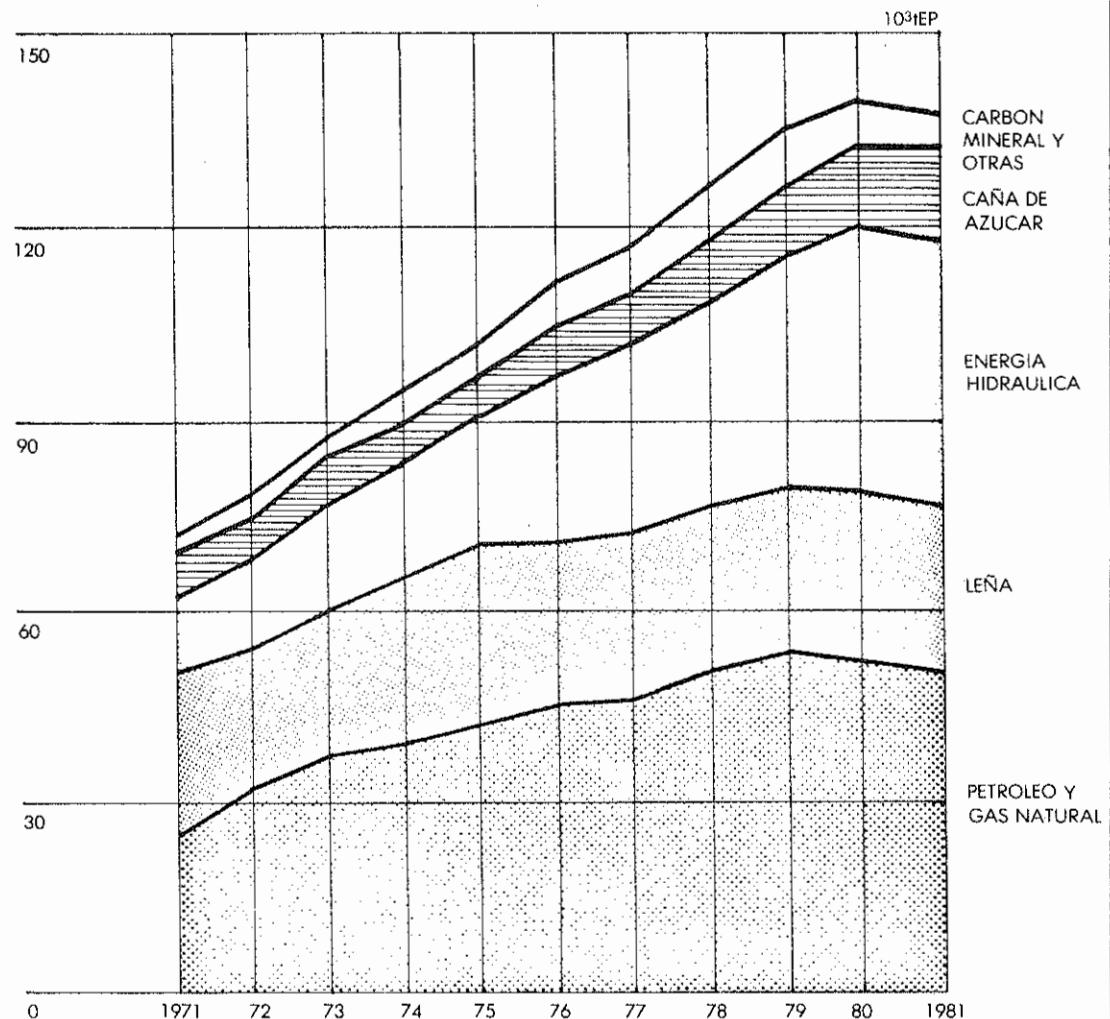
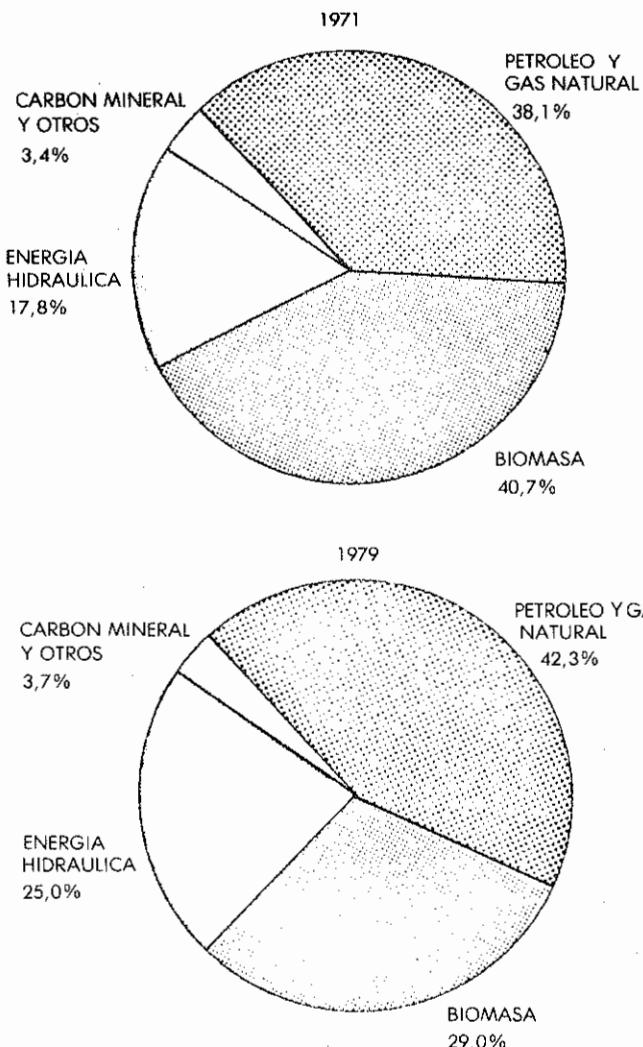
Por esta razón, el Gobierno Brasileño optó por recomendar la adopción de un modelo energético dirigido hacia la substitución del consumo de petróleo importado, que se basaba en dos suposiciones básicas que son mencionadas a continuación:

- Uso regional de las fuentes energéticas con minimización del transporte de energía.
- Diversificación de las fuentes energéticas con el uso de pluralismo tecnológico.

Por lo tanto, el modelo energético a ser adoptado debería basarse en tres líneas básicas:

- Conservación de energía;

FIGURA 1
BRASIL
TOTAL DE FUENTES PRIMARIAS EVOLUCION DEL CONSUMO



Fuente: BALANCE ENERGETICO NACIONAL/1982, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

CUADRO 11

CONSUMO Y ESTRUCTURA DE CONSUMO DE ENERGIA PRIMARIA

ENERGIA PRIMARIA	CONSUMO EN 1969		CONSUMO EN 1979	
	1.000 tep	%	1.000 tep	%
1. No renovable	24.111	42,9	53.596	45,4
1.1 Fósiles				
Petróleo	21.673	38,5	47.975	40,7
Gas Natural	96	0,2	498	0,4
Carbón Mineral	2.342	4,2	5.123	4,3
Esquisto				
1.2 Nuclear				
2. Renovable	32.218	57,1	64.189	54,6
2.1 Biomasa				
Alcohol	27		1876	1,6
Bagazo de Caña	2.520	4,5	5.489	4,7
Leña	18.999	33,7	20.469	17,4
Carbón Vegetal	1.191	2,1	2.976	2,6
2.2 Hidráulica	9.481	16,8	33.379	28,3
2.3 Otras Fuentes (Solar, eólica etc)				
TOTAL	56.329	100,0	117.785	100,0

FUENTE: Modelo Energético Brasileiro - Ministerio das Minas Energía - Maio/81.

CUADRO 12

BRASIL

RECURSOS Y RESERVAS ENERGETICAS (1)

FUENTE	UNIDAD	EN 31.12.79.		EN 31.12.81.	
		CANTIDAD	EQUIVALENCIA ENERGETICA 1.000 TEP	CANTIDAD	EQUIVALENCIA ENERGETICA 1.000 TEP
1. No Renovable			6.572.000		
1.1 Fósiles					
Petróleo	m ³ x 10 ³	198.000	166.000	237.700	199.660
Gas Natural	m ³ x 10 ⁶	45.000	41.000	60.287	54.861
Oleo de Xisto	m ³ x 10 ³	672.000	565.000	672.000	565.000
Carbón Mineral	t x 10 ³	22.800.000	4.300.000 (2)	22.610.000	4.270.000 (2)
Subtotal			5.072.000		5.089.521
1.2 Nuclear					
Uranio (U ₃ O ₈)	t	215.000 (4)	1.500.000 (5)	266.300 (4)	1.855.000 (5)
2. Renovable					
Hidráulica	GW/año (3)	106.500	271.000/año	106.500	271.000/año
Turfa	t x 10 ³			3.154.000	240.000

(1) No incluye otros recursos energéticos renovables.

(2) Coeficientes de conversión variables y admitiendo recuperación del 50% en la labranza.

(3) Energía firme.

(4) A costos inferiores a 43 US\$/lb.

(5) Consideradas las pérdidas de mineración y beneficiamiento y sin considerar el reciclo de plutonio y uranio residual.

FUENTES: Modelo Energético Brasileiro - Ministerio das Minas Energía - Maio/81.
Balance Energético Nacional - Ministerio das Minas Energía - 1982.

CUADRO 13

BRASIL

PETROLEO: COMERCIO EXTERIOR

AÑO	IMPORTACIONES DE PETROLEO	
	IMPORTACIONES TOTALES %	EXPORTACIONES TOTALES %
1973	13,5	12,6
1974	23,9	38,0
1977	31,7	31,4
1978	30,8	33,3
1979	36,1	42,5
1980	43,1	49,2

FUENTE: Modelo Energético Brasileiro - Ministerio das Minas e Energia - Maio/81.

- Aumento de la producción y de las reservas de petróleo Nacional;
- Máxima utilización de fuentes nacionales de energía y substitución del consumo de derivados de petróleo.

4.1.2 Metas

Definidas las líneas básicas, fueron trazadas las estrategias de acción y establecidas las metas a ser alcanzadas dentro del plazo básico del modelo, que fue establecido para 1985. Es importante registrar que tales metas y plazos no son irreductibles, pudiendo ser adaptados o alterados de acuerdo con factores adversos y coyunturales.

Además, podrán ocurrir alteraciones en el caso de que surjan cambios en los parámetros básicos utilizados para calcular el consumo estimado de derivados de petróleo para 1985 (cerca de 1.700.000 barriles por día) y que fueron:

- Tasa de crecimiento del PIB de 6% al año;
- Tasa de crecimiento de la población de 2.5% al año;
- Tasa de crecimiento del consumo de derivados de petróleo de 7% al año.

Las metas del Modelo Energético Brasileño están demostradas en el cuadro 14.

Así, en 1985, las necesidades de petróleo que excedan al límite de 1.000.000 barriles por día, con auto-suficiencia en 50%, deberán ser satisfechas mediante la substitución de sus derivados por otras fuentes energéticas nacionales.

Esas mismas fuentes nacionales serán responsables también, por satisfacer la demanda creciente de energía del País, respondiendo en 1985, por cerca de 65% de las necesidades energéticas.



CUADRO 14

**BRASIL - ATENDIMIENTO DE LA DEMANDA DE PETROLEO EN 1985
FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE PETROLEO Y DE LOS SUBSTITUTOS
NACIONALES DE SUS DERIVADOS**

Fuentes	Abastecimiento		
	bop/d	1.000 tep	Unidad/año
1. PETROLEO	1.000.000	48.750	
Nacional	500.000	24.375	
Importado	500.000	24.375	
2. FUENTES ALTERNATIVAS	500.000	24.375	
— Renovables	350.000	17.063	
• Alcohol	170.000	8.288	10,7 X 10 ⁹ litros
• Madera y carbón vegetal	120.000	5.850	25 x 10 ⁶ t, en madera
• Hidráulica	60.000	2.925	10.086 GWh
— No renovables	135.000	6.581	
• Carbón mineral energético	100.000	5.363	14,6 x 10 ⁶ t
• Xisto	25.000	1.218	9 x 10 ⁶ t
— Otras	15.000	731	
3. CONSERVACION DE ENERGIA	200.000	9.750	
TOTAL	1.700.000	82.875	

FUENTE: Modelo Energético Brasileiro - Ministerio das Minas e Energia - Maio/81

4.1.3 Políticas de Incentivación

Uno de los instrumentos utilizados por el Gobierno para la efectiva implantación de ese programa, fue el establecimiento de una política de precios de los productos energéticos buscando estimular su producción. Las premisas básicas de esa política se refieren a las alteraciones de los precios de los derivados de petróleo en función del precio internacional del mismo, y la política de devaluación cambial, bien como la garantía de remuneración del capital aplicado en la generación de tales productos energéticos, de modo a incentivar la participación del sector privado.

De esa forma, el precio al consumidor de la quilocaloría del producto energético nacional substituto, será siempre menor que el precio de la quilocaloría del derivado de petróleo. Así por ejemplo, el precio al consumidor del alcohol hidratado será como máximo, 59% del precio de la gasolina común. En lo relativo al carbón mineral energético, el precio de venta al consumidor de su quilocaloría será como máximo, 70% del precio de venta de la quilocaloría del aceite combustible de menor precio.

Por lo tanto, es necesario destacar, que una política de incentivo a la producción y consumo de energéticos alternativos, debe partir de una decisión centralizada del Gobierno, con previo conocimiento de todas sus implicaciones económicas y financieras, sin olvidar de sus posibles impactos políticos y sociales.

De otra forma no se consigue quebrar una estructura de producción y consumo tradicional y centralizada en valores económicos y financieros.

4.1.4 Resultados Alcanzados

En el presente trabajo, enfocaremos la par-

ticipación y las posibilidades de las fuentes nuevas y renovables de energía en las matrices energéticas de los países de América Latina. Por esta razón, deberíamos mantenernos exclusivamente en el análisis de la tercera línea básica del modelo brasileño, cual es, la utilización de fuentes nacionales de energía y substitución del consumo de derivados de petróleo. Sin embargo, queriendo dar una idea objetiva y más clara de los esfuerzos que están siendo desarrollados por el Brasil, nos gustaría informar rápidamente algunos datos actuales referentes a las dos primeras líneas básicas del referido modelo.

Es así que, en lo referente a la conservación de energía, nuestro país ha conseguido mantener prácticamente estable el consumo total de petróleo y fuentes alternativas, no obstante haber registrado un crecimiento del 14% en el producto interno bruto entre 1978 y 1982.

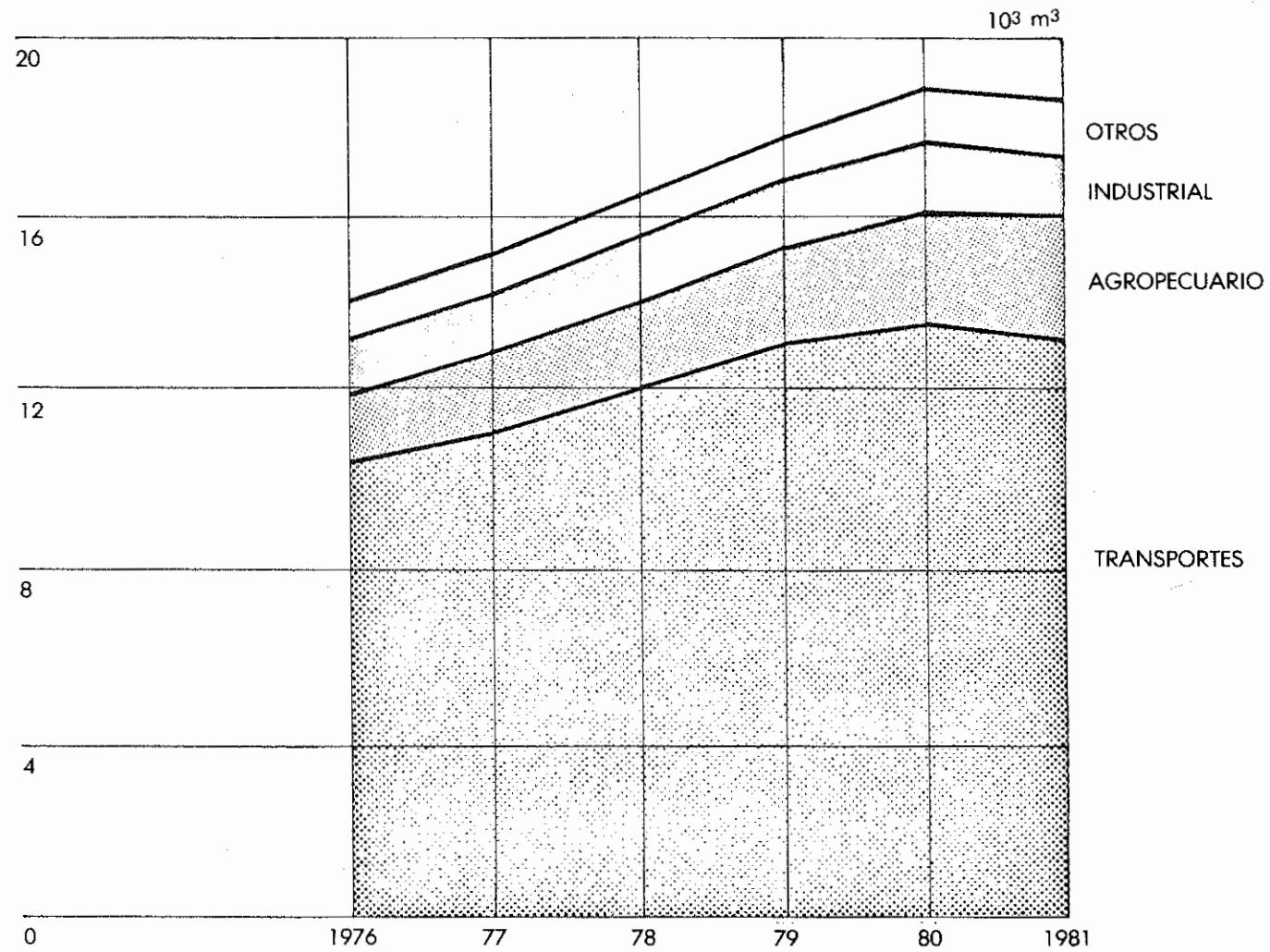
De un consumo de 1.130.000 barriles de petróleo por día en 1979, el consumo deberá pasar para cerca de 1.146.000 barriles por equivalentes de petróleo por día, en 1983. Para este último valor las FNRE responderán por cerca de 10%. Las figuras 2, 3 y 4 muestran la estabilidad (y hasta la reducción) del consumo de los principales derivados de petróleo desde 1976 hasta 1981.

En lo referente a la producción nacional de petróleo podemos informar que, en 26.12.82 el Brasil produjo 310.000 barriles por día, lo que representa doblar la producción interna de petróleo en un período de cuatro años.

Esta producción representa una economía de cerca de 10 millones de dólares por día, a más de disminuir la dependencia externa de petróleo de 82% en 1979 para 68% en 1982.

FIGURA 2

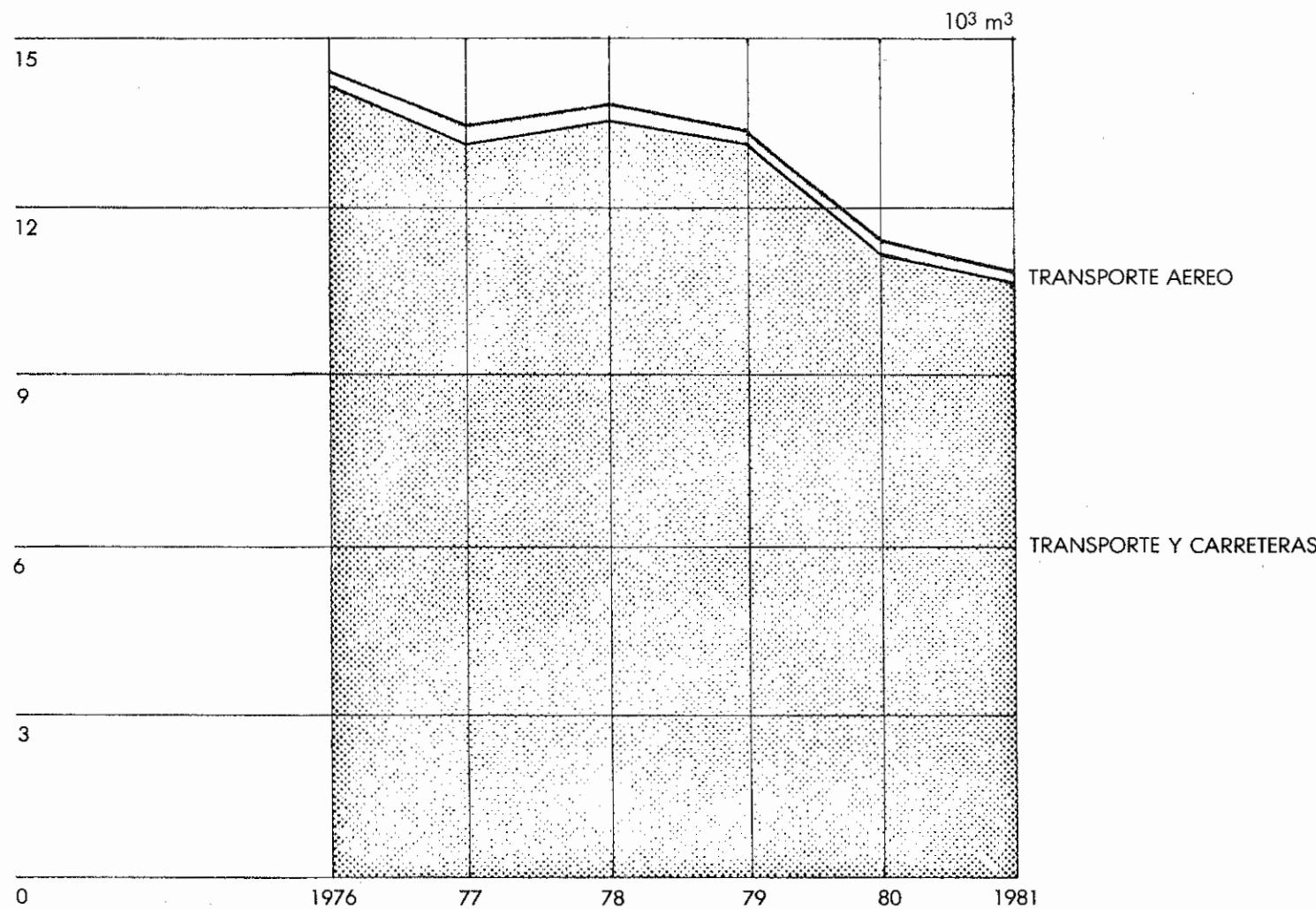
**BRASIL
DIESEL — EVOLUCION SECTORIAL
DEL CONSUMO TOTAL**



Fuente: BALANCE ENERGETICO NACIONAL/1982

FIGURA 3

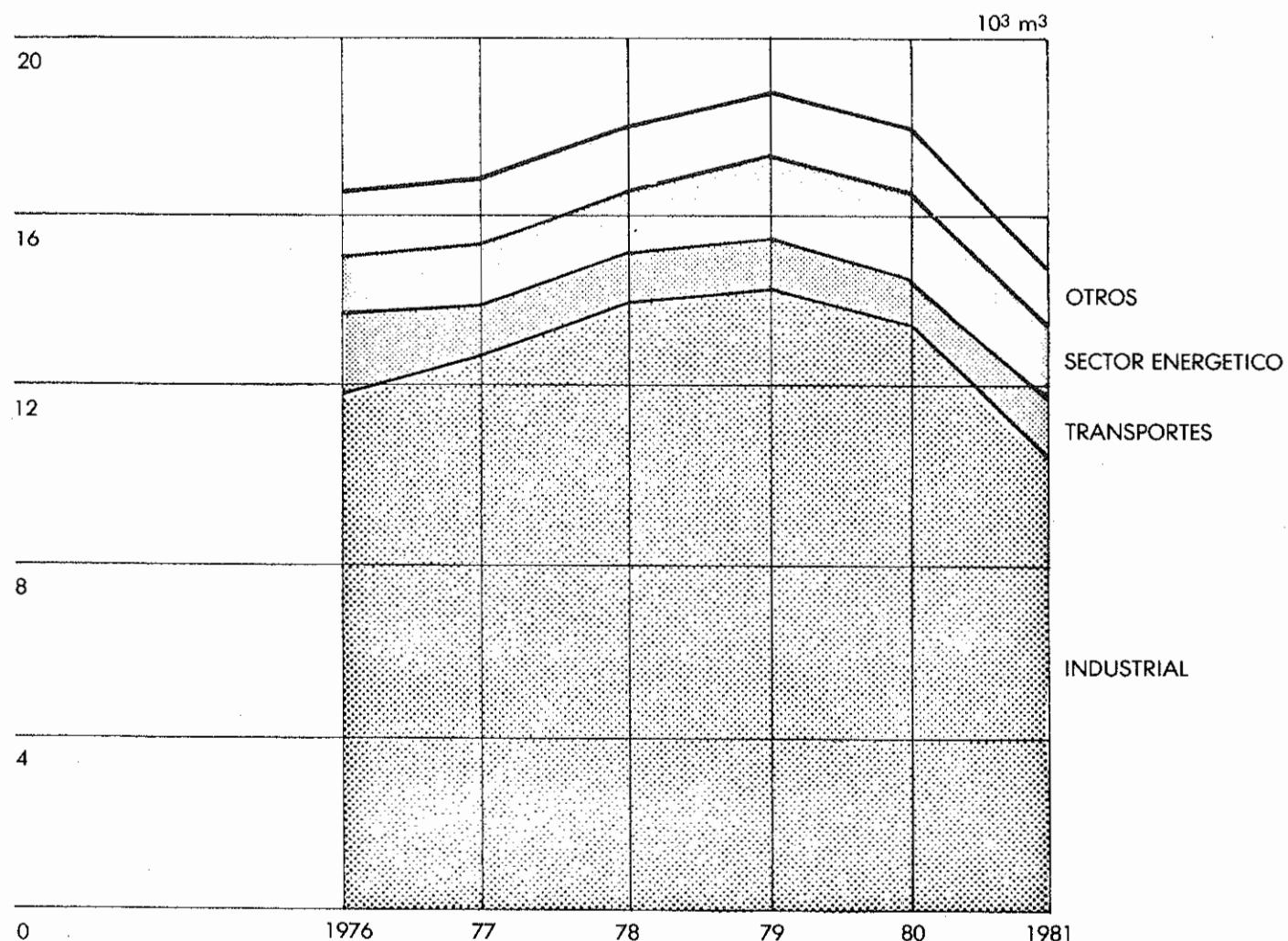
BRASIL
GASOLINA — EVOLUCION SECTORIAL
DEL CONSUMO TOTAL



Fuente: BALANCE ENERGETICO NACIONAL/1982,
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

FIGURA 4

BRASIL
ACEITE COMBUSTIBLE — EVOLUCION
SECTORIAL DEL CONSUMO TOTAL



Fuente: BALANCE ENERGETICO NACIONAL/1982,
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

Estos resultados son aún más expresivos, si consideramos que en este mismo período las reservas de petróleo crecieron de 198 millones de m³, para 234 m³ lo que representa un crecimiento de 18% en reservas medidas en un período de dos años.

Dicho esto, volvamos a las fuentes nuevas y renovables que componen el Modelo Energético Brasileño.

4.2. EL ALCOHOL

El haber escogido el alcohol como combustible auto-motor alternativo, se debe al hecho de que el Brasil ya poseía una larga tradición en el cultivo de la caña de azúcar (materia prima más expresiva en el programa) y en su transformación, sea en azúcar, sea en alcohol. Además, experimentos sobre el uso del alcohol en motores del ciclo Otto, comienzan a ser realizados en las décadas de 30 y 40, y mismo la mezcla del alcohol anhídrico a la gasolina, ya se constituyó en una práctica común en el Brasil.

4.2.1 Objetivos del "PROALCOOL"

El 14 de Noviembre de 1975, el Gobierno Federal, instituyó el "PROALCOOL", Programa Nacional del Alcohol que, además del objetivo primero de economizar divisas, también se proponía alcanzar varios otros, entre ellos:

- Expansión de la frontera agrícola nacional a través de la incorporación al proceso productivo de tierras todavía no cultivadas;
- Aumento del volumen de pedidos de máquinas y equipos a la industria nacional, destinados a los proyectos de expansión e implantación de destilerías;
- Mejora de las condiciones ambientales en los grandes centros urbanos, debido al menor grado de contaminación provocado por el uso del alcohol carburante;

• Crecimiento de la renta interna, por el uso de factores de producción actualmente ociosos o mal empleados, principalmente tierra y mano de obra;

Reducción de las disparidades regionales de renta, llevando en consideración que mismo las regiones de baja renta disponen de condiciones mínimas para la producción de materias primas sobretodo de la yuca, en volúmenes adecuados a la producción de alcohol.

4.2.2 Metas del "PROALCOOL"

En su etapa inicial, comprendiendo el período de 1975 a 1979, el "PROALCOOL" tuvo como meta la producción de 3 mil millones de litros de alcohol, que debía ser alcanzada en 1980. Este volumen propuesto permitiría una adición de hasta 20% de alcohol a la gasolina consumida en el País.

En esta etapa, se dió mucho énfasis a la producción de alcohol de tipo anhídrico (99,8°GL) que es el adecuado para la mezcla con la gasolina.

En 1979 fue establecida una nueva meta del "PROALCOOL", previéndose la producción de 10,7 mil millones de litros de alcohol en 1985. Este volumen corresponde al crecimiento del consumo previsto para la gasolina en este mismo período y está distribuido en:

- 3,1 mil millones de litros de alcohol anhídrico para mezclar con la gasolina en un porcentaje de 20%, para aproximadamente 7.300.000 vehículos sin cualquier modificación o regulación de sus motores;
- 6,1 mil millones de litros de alcohol hidratado para permitir el abastecimiento

de 1,7 millones de vehículos movidos exclusivamente a alcohol, de los cuales se preveía 1,225 millones de vehículos nuevos y 475.000 vehículos con motores convertidos de gasolina para alcohol;

- 1,5 mil millones de litros de alcohol para la alcohol-química.

4.2.3 El uso de la tierra

La consecución de la meta de producción de 10,7 mil millones de litros de alcohol demandará una área plantada total con las materias primas destinadas al alcohol, de cerca de 4,5 millones de hectáreas, que representan apenas 3,6% del total del área apta para labranza temporal y permanente en el País, estimada en 123 millones de hectáreas por el Ministerio de Agricultura. Este bajo porcentaje de ocupación del área apta para la labranza, muestra que no existe posibilidad de amenaza a la producción de alimentos. Además, ya se encuentran bastante diseminadas dos tecnologías de plantar leguminosas (frijol, soya, maní, etc.) en las mismas tierras utilizadas por la caña de azúcar.

La primera de ellas, llamada "Consorciamiento", permite el cultivo de las leguminosas entre las hileras de la caña de azúcar. La otra, denominada "Rotación", se basaba en plantar leguminosas en los meses de estación lluviosa, aprovechando la inactividad en el cultivo de la caña y permitiendo el enriquecimiento del suelo, debido a la presencia de nitrógeno fijado por las raíces de las leguminosas.

4.2.4 Tecnología Industrial y Agrícola

La producción de alcohol está integralmente basada en la tecnología brasileña disponible para el sector, agregada de una serie de perfeccionamientos introducidos luego del nuevo enfoque atribuido al producto.

El alcohol a partir de otras materias primas, principalmente de la yuca, no era fabricado en escala comercial en el Brasil.

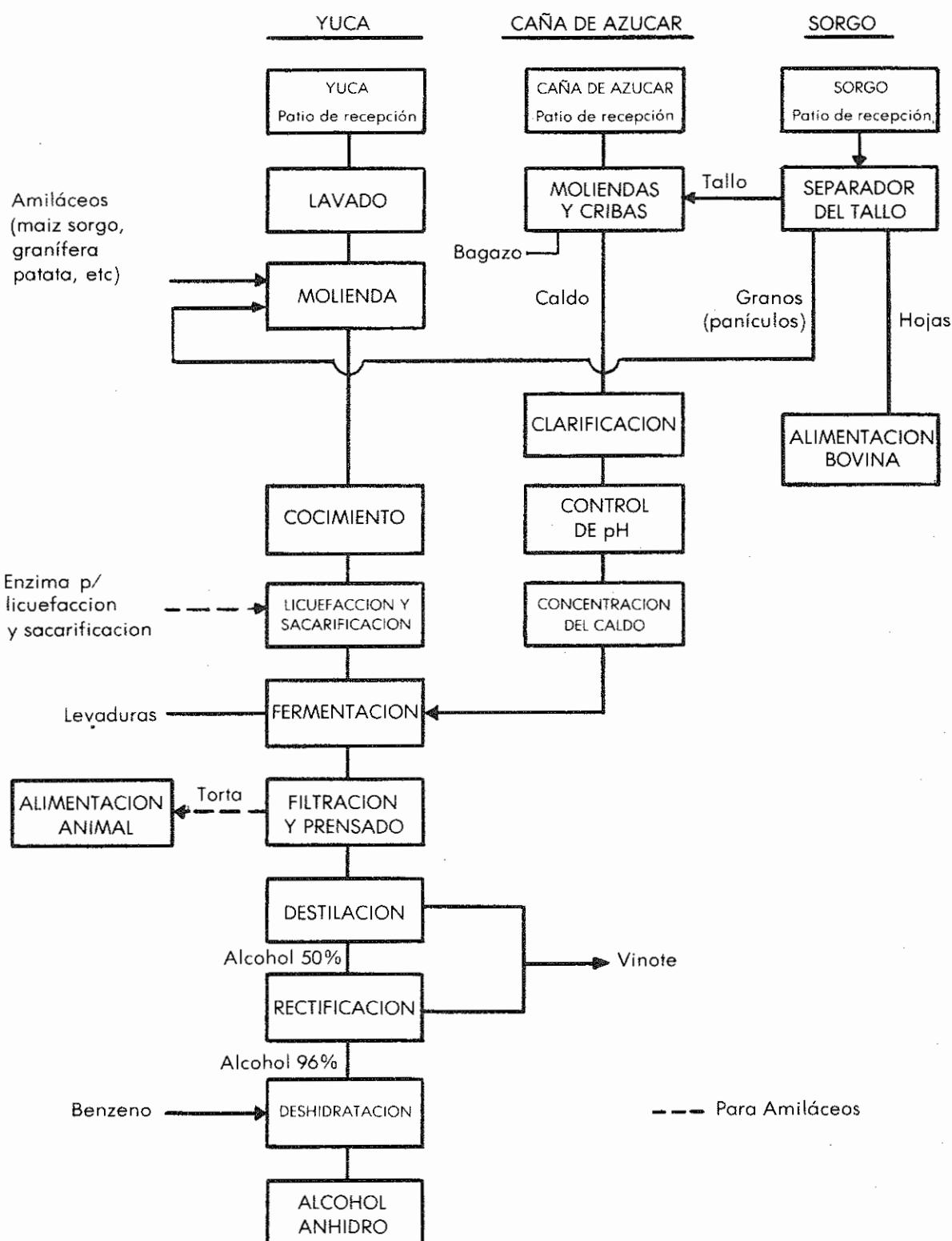
El Gobierno Federal, a través de instituciones de investigación, privadas o no, emprendió un esfuerzo grande para desarrollar un sistema tecnológico viable tanto del punto de vista técnico como económico. Consecuentemente, está completamente establecido el paquete tecnológico para la fabricación del alcohol a partir de la yuca. Los aspectos tecnológicos para la utilización del sorgo sacarino en la producción de alcohol están completamente eucacionados, llevándose en consideración que su proceso es muy parecido al de la caña de azúcar. En el caso de la madera, se encuentra en etapa de instalación una unidad de demostración que se basará en tecnología desarrollada en el País y en el exterior. Esta unidad deberá entrar en operación en 1983 con producción de 30.000 litros/diarios de alcohol de madera.

La fabricación de alcohol a partir de la caña de azúcar puede ser realizada en dos tipos de unidades industriales: en las destilerías anexas a las usinas de azúcar y en destilerías autónomas. En las primeras, el alcohol es producido fundamentalmente a partir de la melaza, sub-producto de la fabricación del azúcar; sin embargo, en varias de ellas se procesa también el jugo de caña a fin de aumentar la producción de alcohol. Las unidades autónomas se dedican exclusivamente a la fabricación de alcohol a partir del jugo de caña.

Las destilerías de alcohol a partir de otras materias primas que no sea la caña de azúcar, son todas autónomas. La figura 5 muestra el flujorama simplificado de la producción de alcohol a partir de la caña de azúcar, yuca y sorgo.

FIGURA 5

**PRODUCCION DE ALCOHOL A PARTIR DE LA YUCA,
CAÑA DE AZUCAR Y SORGO**



El período de producción de las destilerías de alcohol es determinado por la zafra de las respectivas materias primas utilizadas. En el caso de la caña de azúcar, este período es una media de 6 meses, pudiendo ser extendido con la utilización de riego en el cultivo de la caña, en regiones donde esta práctica es recomendada, o con la utilización asociada del sorgo sacarino.

La fabricación de alcohol a partir de la yuca puede extenderse por un período más largo, en general, de 10 meses, siendo interrumpida en los períodos intensamente lluviosos cuando arrancar las raíces es una tarea extremadamente difícil. El uso de raspa de yuca durante este período, puede contribuir para extender la operación de estas unidades por un tiempo mayor.

Todos los emprendimientos alcohólicos deben prever, desde la etapa de proyecto, la utilización que será dada al vinote, subproducto de la fabricación de alcohol que debido a su alta tasa de DBO, no puede ser lanzado en el curso de los ríos.

Actualmente, la principal utilización del vinote ha sido como fertilizante en el propio cultivo de caña.

4.2.5 Localización de Destilerías

La localización de los emprendimientos alcohólicos para atendimiento al "PROALCOOL" no posee restricciones rígidas. Sin embargo, algunos criterios deben ser observados al definir la localización de estas destilerías.

En primer lugar, como estas unidades procesan materias primas agrícolas perecibles, su localización debe considerar la aptitud agrícola de la región cercana. En este sentido, la mayor parte de los estados Brasileños, disponen de mapas de aptitud agrícola para los principales cultivos, entre éstos,

los considerados energéticos. Estas informaciones auxilan la definición de la macro-localización de los emprendimientos. La micro-localización demanda estudios más detallados.

Para que los proyectos de alcohol sean encuadrados en el PROALCOOL, es imprescindible la comprobación de que el plantío de los cultivos energéticos no provocará el desplazamiento de cultivos alimenticios.

Los emprendimientos alcohólicos, debido a las características de las materias primas que utilizan, están generalmente localizados en la zona rural, un poco alejados de los centros urbanos. Entre tanto, la definición de su localización debe considerar también otros aspectos, a más de los mencionados anteriormente:

- Proximidad de centros de consumo;
- Facilidad de acceso para flujo de la producción;
- Disponibilidad de agua;
- Posibilidad de aprovechar el vinote.

4.2.6 Capacidad Productiva

La CENAL - Comisión Ejecutiva Nacional del Alcohol clasificó las destilerías de alcohol de acuerdo con su capacidad instalada de producción, en 3 categorías:

- Microdestilerías - hasta 5.000 l/día
- Minidestilerías - de 5.000 a 30.000 l/día
- Macrodestilerías - superior a 30.000 l/día

La mayor parte de las unidades alcohólicas que han sido instaladas en el País, son macrodestilerías, con predominancia de 120.000 l/día. Estas unidades tienen su

tecnología y factibilidad económico - financiera perfectamente ecuacionadas.

Las microdestilerías cuya producción deberá ser, básicamente, destinada al consumo dentro de la propia propiedad rural, se encuentran en etapa de prueba, sin presentar todavía informaciones conclusivas sobre su factibilidad técnica y económica. La concepción técnica de estas unidades es mucho más simple que las destilerías de mayor porte, con la finalidad de ecuacionar la deseconomía de escala que ocurre con la reducción de la capacidad instalada.

Las minidestilerías, cuya concepción es semejante a la de las macrodestilerías fueron creadas con el objetivo de dirigirlas para el abastecimiento regional de alcohol de tipo hidratado. Estas unidades todavía están en etapa de pruebas técnicas y económicas, pero ya surgen como una opción más adecuada para regiones que no presentan tradición en el cultivo y proceso de materias primas energéticas.

4.2.7 Política de Empleos

Los programas de generación de energía alternativa en implantación en el Brasil, entre ellos el PROALCOOL, son grandes demandadores de mano de obra, principalmente en lo relativo al sector agrícola. Esta generación de empleos se reviste de fundamental importancia por que está concentrada en la zona rural, en áreas situadas fuera de los grandes centros urbanos.

Por estos motivos ofrecen a sus empleados una buena infra-estructura de vida, incluyendo salud, habitación, educación y recreo.

El entrenamiento de esta mano-de-obra, es realizado en los centros especializados vinculados a las entidades de clase del sector industrial (SENAI—Servicio Nacional de Apre-

dizaje Industrial y SESI—Servicio Social de la Industria) y a las universidades. Entre tanto, la mayor parte del esfuerzo de entrenamiento de mano-de-obra para el sector alcoholero, es realizado por las propias empresas del sector.

El cumplimiento de la meta de producción de 10,7 mil millones de litros de alcohol en 1985 corresponderá a la generación de 409.000 empleos, de los cuales 336.000 (82%) en el sector agrícola y 73.000 en el sector industrial.

4.2.8 Política de Precios

Entre las medidas que componen el Programa del Alcohol, tiene gran importancia la fijación de un límite de precio de venta al consumidor del alcohol hidratado carburable en relación a la gasolina. Actualmente, según determinaciones gubernamentales, el precio del alcohol no puede exceder a 59% del precio que el consumidor paga por la gasolina automotiva. Hoy, esta relación es de US\$ 0.39(*) por litro de alcohol hidratado, para US\$ 0.67 (*) el litro de gasolina. A nivel de consumidor, no existe ningún tipo de incentivo de precio estipulado por el Gobierno para el alcohol anhidro que es mezclado a la gasolina, ya que se paga por éste el precio estipulado para la gasolina. El precio de venta al consumidor es uniforme en todo el territorio nacional.

Los precios del alcohol recibidos por los productores son fijados de acuerdo con los precios del azúcar, usando actualmente la equivalencia en precio, de 38 litros de alcohol a 100° GL a un saco de azúcar cristal standar de 60 kg, lo que equivale a US\$ 0.37 (*) el litro de anhidro y US\$ 0.35 (*) para el hidratado. Al mismo tiempo, el precio del azúcar es estipulado con base en los costos de producción de la caña de azúcar y de su proceso.

(*) US\$ = Cr \$ 250,00.

El cuadro 15 ilustra los costos de producción del alcohol en comparación con el costo internacional de la gasolina.

CUADRO 15

ALCOHOL — COSTOS COMPARATIVOS

Alcohol Anhidro	38 a 41 dólares por barril
Alcohol Hidratado	45 a 51 dólares por barril
Gasolina Automotiva	42 dólares por barril (*)

Diciembre/82

* Costo Internacional

FUENTE: Secretaría de Tecnología Industrial - Ministerio de Ind. y Comercio.

4.2.9 Situación Actual de PROALCOOL

Hasta el momento, el PROALCOOL dispone de 385 proyectos para montar destilerías de alcohol. Estas unidades cuando estén operando a plena capacidad, aumentarán cerca de 7,6 mil millones de litros de alcohol por año, a la capacidad ya existente antes del programa. En 1983 deberán ser aprobados nuevos proyectos que adicionarán 800 millones de litros de alcohol por año.

De los 385 proyectos, 175 son de destilerías anexas y 210 son de destilerías autónomas (197 de caña, 11 de yuca, 1 de sorgo sacarrino y 1 de coco vavassu).

DE los 23 estados brasileños, solamente uno no cuenta con proyecto aprobado de destilería de alcohol. A pesar de esta aparente dispersión, existe una gran concentración de proyectos en los estados tradicionales productores de caña azúcar, tales como, São Paulo (153), Pernambuco (34), y Alagoas

(29) que, en conjunto, son responsables por 52% de la capacidad total aprobada para el País, hasta el momento.

Considerando la capacidad instalada de producción de alcohol en el País anterior al PROALCOOL, estimada en 900 millones de litros, y la capacidad de los proyectos encuadrados en el programa, se puede admitir que, 81% de la meta de producción inicialmente propuesta correspondiente a 10,7 mil millones de litros, ya se encuentra asegurada.

Las aplicaciones acumuladas de recursos del PROALCOOL hasta el final de 1982, alcanzarán US\$ 3.5 mil millones; la distribución de estos recursos de 1976 a 1983 son mostrados en la figura 6.

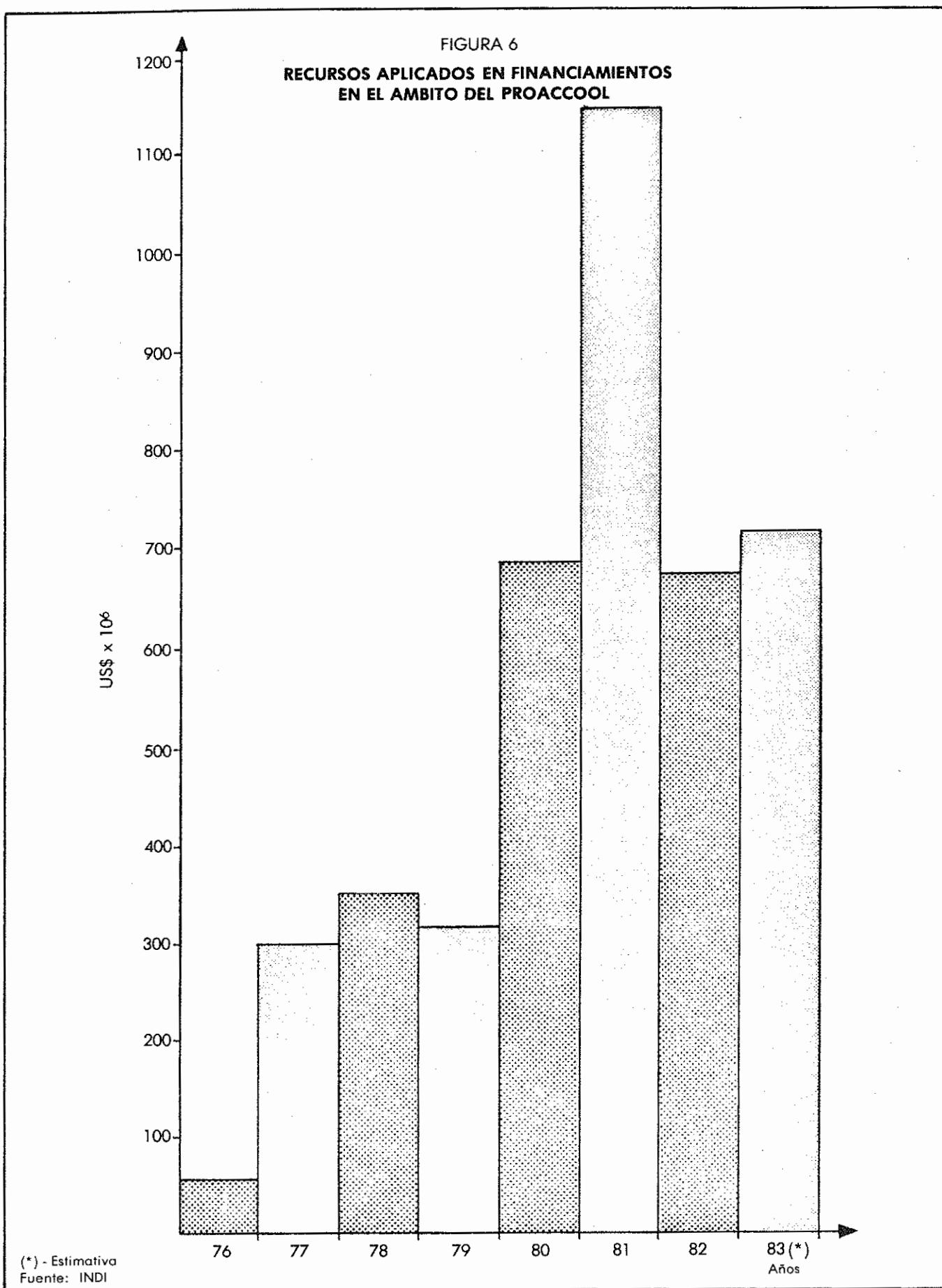
Para 1983 está prevista la aplicación de cerca de US\$ 715 millones. La evolución de la producción brasileña de alcohol está presentada en la figura 7.

El valor de la producción del alcohol fabricado en la presente zafra es estimado en US\$ 1,8 mil millones y representará una oferta de 78.000 barriles equivalentes de petróleo por día, cerca de 1/4 de la producción nacional de petróleo. Considerados los precios internacionales de la gasolina, esta producción representa una economía de divisas del orden de US\$ 1.23 mil millones, apenas en esta zafra.

Esta oferta asegurará plena garantía de abastecimiento a cerca de 600.000 vehículos movidos exclusivamente a alcohol, comercializados hasta 1982, así como otros 8 millones de vehículos que utilizarán gasolina conteniendo 20% de alcohol. Para 1983 está prevista una comercialización de cerca de 360.000 mil vehículos exclusivamente a alcohol, correspondiendo a cerca de 50% de la producción brasileña de vehículos en aquel año. La figura 8 ilustra estos datos.

FIGURA 6

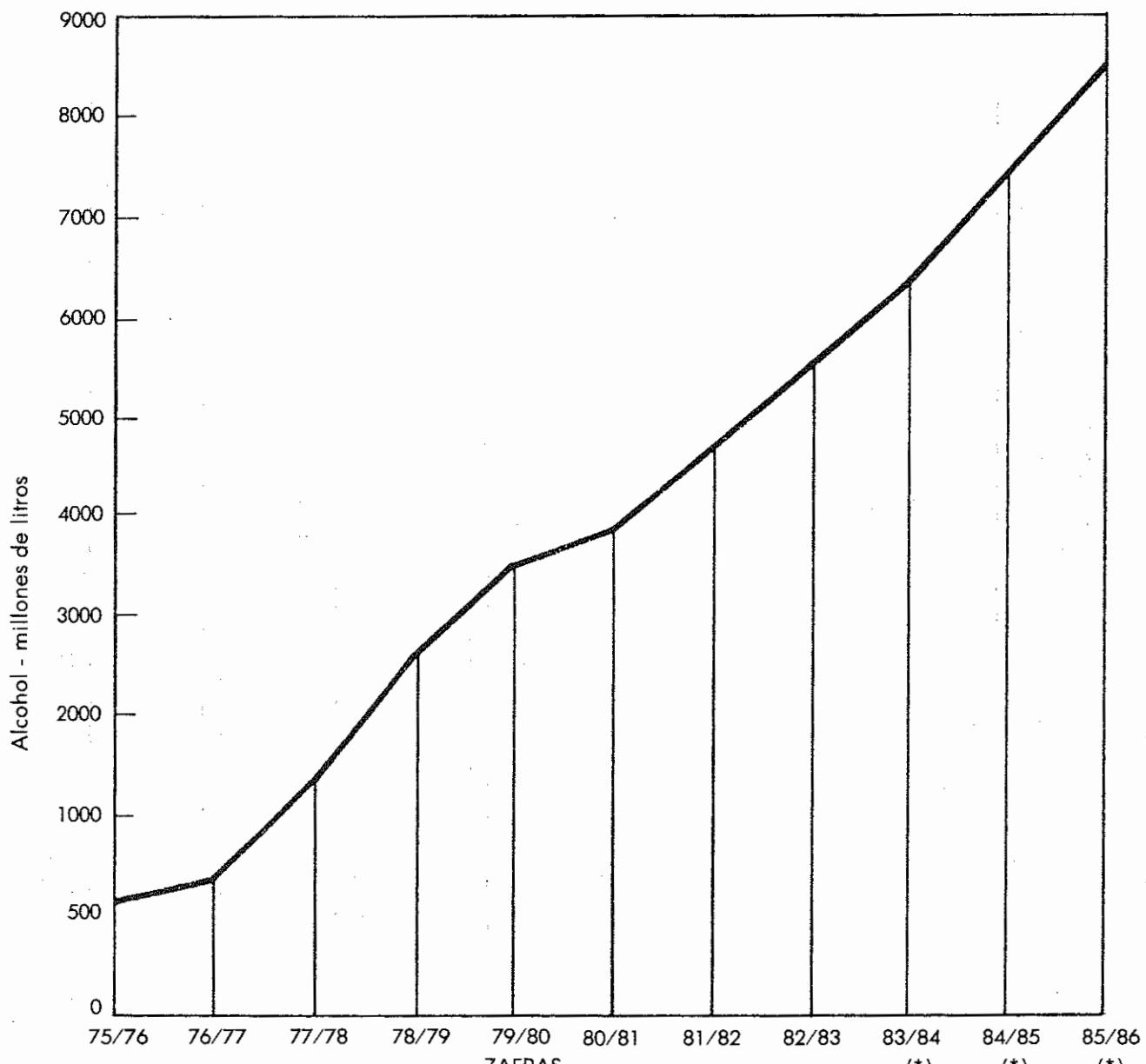
**RECURSOS APLICADOS EN FINANCIAMIENTOS
EN EL AMBITO DEL PROACCOOL**



(*) - Estimativa
Fuente: INDI

FIGURA 7
PRODUCCION BRASILEÑA DE ALCOOL

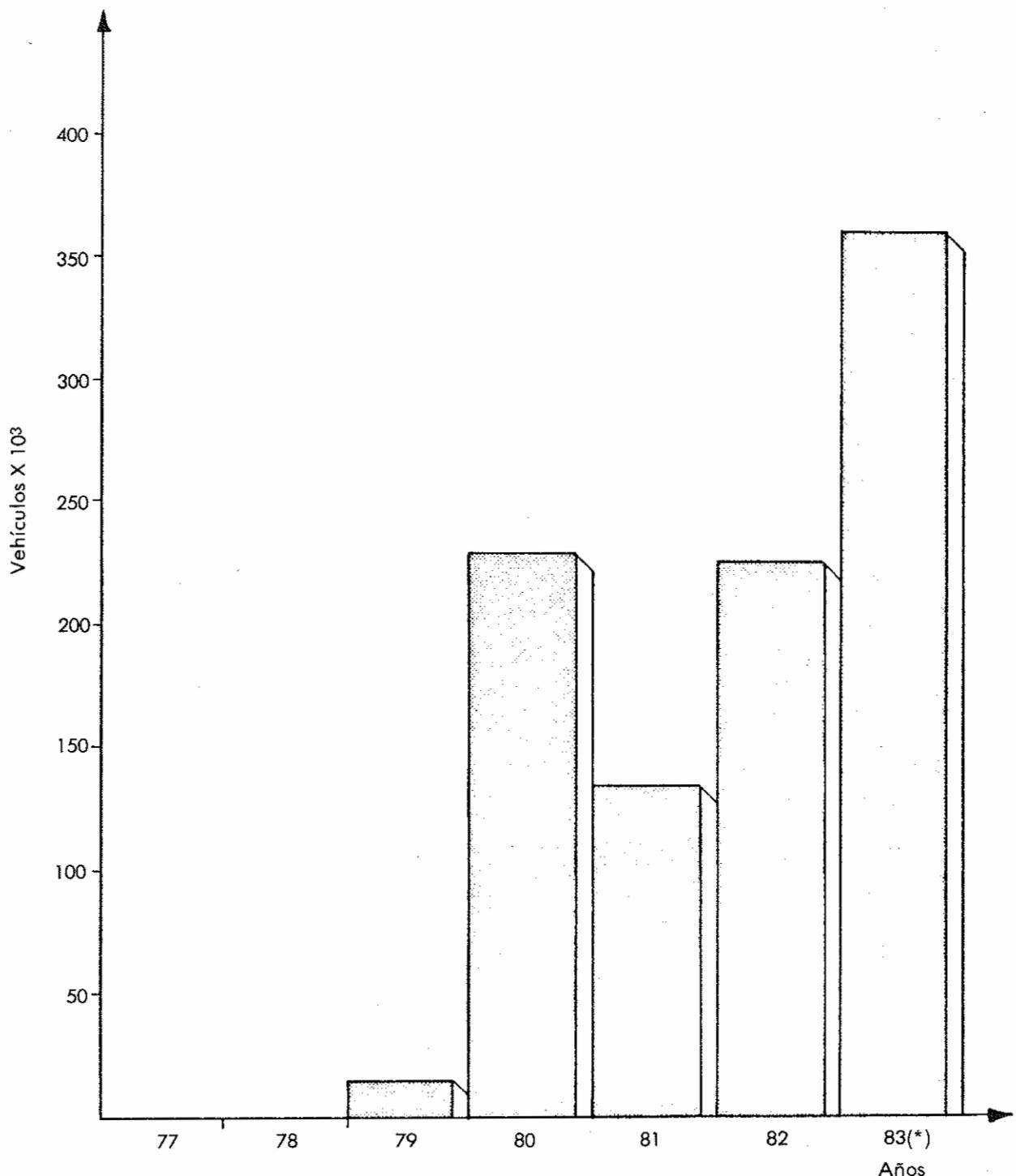
PRODUCCION



(*) ESTIMATIVA
Fuente: MIC/IAA

FIGURA 8

VENTAS DE VEHICULOS A ALCOOL



(*) - Estimativa
Fuente: INDI

Obs: Incluye vehículos exportados experimentalmente para
Paraguay, E.U.A., Haití, Australia, Venezuela y otros.

CUADRO 16**BRASIL
PRODUCCION DE CARBON VEGETAL**

(1.000 ton.)

PAÍS	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Argentina	296	307	325	498	329	371
Brasil	4.606	4.137	4.072	4.068	4.732	5.549
Costa Rica	12	12	13	13	13	14
Chile	3.713	3.711	3.743	3.885	ND	ND
Grenada					0,3	
Haití	302	317	334	352	371	391
Honduras	8	8	8	8	8	8
Jamaica			13	13	13	13
Nicaragua	17	17	18	18	17	18
Panamá	1	1	1	1	1	ND
Perú	178	172	174	177	178	180
República Dominicana	415	438	451	480	492	572
Uruguay	1	1	1	1	1	2
Venezuela		3	ND	3	3	ND

FUENTE: Estadísticas Energéticas de América Latina
OLADE-Organización Latinoamericana de Energía.
ND - No Disponible.

Estos vehículos serán atendidos por cerca de 2.000 puestos de reventa de alcohol actualmente en funcionamiento.

Los proyectos de alcoholquímica ya en operación deberán consumir aproximadamente 324 millones de litros en la presente zafra.

Actualmente los proyectos ligados al alcohol emplean directamente 234.000 trabajadores, siendo 39.000 en el área industrial y 195.000 en el área agrícola. En la actual zafra, las ventas del sector deberán alcanzar US\$ 1,500 millones y la recaudación de ICM deberá alcanzar US\$ 216 millones (*).

Los sueldos pagos a los trabajadores agrícolas, en la actual zafra, están estimados en US\$ 400 millones. De la misma forma, los trabajadores del sector industrial recibieron aproximadamente US\$ 220 millones en salarios (*).

4.3 CARBON VEGETAL Y LEÑA

4.3.1 Reseña Histórica

El carbón vegetal es utilizado industrialmente en el Brasil desde 1916 y fue responsable por toda la producción de arrabio y acero brasileño hasta 1946. En esta época entró en operación la Usina Sidirúrgica de Volta Redonda, que utiliza carbón mineral.

La producción brasileña de carbón vegetal en 1980 fue de 5,5 millones de toneladas (22,2 millones de metros cúbicos), consumidas principalmente en el Estado de Minas Gerais, como insumo de su siderurgia a carbón vegetal. Detalles comparativos de esta producción en relación a los demás países de América Latina están presentados en el cuadro 16.

(*) US\$ 1,00 = Cr. \$ 250,00.

En 1980 fueron producidos en el País, a base de ese energético, 4,9 millones de toneladas de arrabio correspondientes a aproximadamente 40% de la producción nacional, 3,1 millones de toneladas de acero equivalentes al 20% del total brasileño, 870 mil toneladas de arrabio de fundición y 518 mil toneladas de ligas de hierro, correspondientes a 94% de la producción total del sector en el País.

La siderurgía a carbón vegetal contribuyó para la balanza comercial del País en 1981, a través de la generación de US\$ 304,2 millones, vía exportación de arrabio y aleaciones de hierro, y del ahorro indirecto de US\$ 165 millones, por la no importación de carbón mineral que sería necesario para la producción del mismo volumen de arrabio.

A nivel del Estado de Minas Gerais, la producción de carbón vegetal alcanza cerca de 5 millones de toneladas por año (20 millones de m³ por año), correspondiendo a un ingreso anual de US\$ 180 millones (*). Tal volumen corresponde a 90% de la producción brasileña de carbón vegetal o a cerca de 60% de la producción brasileña de arrabio. Por esto mismo, el carbón vegetal alcanza 19% de la oferta de energía en la matriz energética del Estado de Minas Gerais, conforme ilustrado en el cuadro 17.

CUADRO 17

MINAS GERAIS — MATRIZ ENERGÉTICA

	1981
Petróleo	35%
Energía Hidroeléctrica	25%
Carbón Vegetal	19%
Leña	12%
Otros	9%
TOTAL	100%

FUENTE: INDI.

4.3.2 Objetivos y Metas del Programa de Florestas Energéticas

Con base en la experiencia ya consolidada de utilización de carbón vegetal en la siderurgia, el Gobierno brasileño procuró incentivar el consumo industrial de biomasa (madera y carbón vegetal) en substitución al aceite combustible. Considerando la productividad media de las florestas plantadas y técnicamente bien conducidas, en cerca de 70 estéreos/H/año, y la eficiencia de conversión térmica cerca de 70%, se puede deducir que 1 H de floresta corresponde a 45×10^6 Kcal/H/año, o a cerca de 28 BEP/H/año.

La meta para 1985 considera la substitución de 24% de la demanda de aceite combustible (cerca de 120.000 bep/día) por madera y carbón vegetal.

Para la consecución de esta meta de substitución, es imperativa la expansión de la oferta de biomasa forestal como garantía de abastecimiento de materia-prima, sin detrimento del atendimiento a las necesidades de madera para usos tradicionales.

Procurando alcanzar esos objetivos, fue elaborado el "Programa Nacional de Florestas Energéticas" englobando tanto la explotación de florestas nativas como la expansión de las áreas reflorestadas.

Para la efectivación de ese Programa, se estimó la necesidad de reflorestar en 1981, aproximadamente 300.000 hectáreas, y de crecer en los próximos cinco años, a una tasa anual de 100.000 hectáreas, sumando un total de cerca de 2.400.000 hectáreas en el período 1981-1986.

El costo de ese Programa, de 1981 a 1986, fue estimado, a precios medios de 1980, en cerca de US 2,0 mil millones, de los cuales 92% se refieren a los gastos con re-

florestación, destinando el resto a la construcción de hornos para fabricación de carbón y a la explotación de reservas nativas. Las metas propuestas visualizan, hasta fines e 1998, una producción acumulada de 497 millones de toneladas de madera, de los cuales 348 millones serán comercializados como tal y el resto será empleado en la producción de 37 millones de toneladas de carbón vegetal.

Las líneas de acción que deberán ser seguidas para alcanzar las mencionadas metas, según las "Directrices para el Área de Agroenergía" del Ministerio de Agricultura, son las siguientes:

- implantación de macigos forestales con la meta de 100.000 H/año, ajustada a la estructura de la demanda de aceite combustible, tanto a nivel regional como también sectorial y respetando las peculiaridades regionales, tanto en términos de clima y suelo, como en términos de estructura agraria;
- promoción y racionalización de la utilización de residuos forestales, resultantes de la expansión de la frontera agrícola;
- fomento al manejo racional de las florestas energéticas;
- atención de los segmentos industriales seleccionados en función de la estructura actual de consumo de aceite combustible y posibles alteraciones tecnológicas, tales como: siderurgia, cerámica, papel y celulosa, alimento y bebida;
- concentración de reflorestación para fines energéticos, en las regiones Sur-Este y Nor-Este, iniciándose por los Estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahía y Pernambuco, en razón de la actual concentración industrial de los sectores consumidores de aceite combustible.

4.3.3 Desarrollo Tecnológico

Es de dominio brasileño la tecnología inherente al desarrollo del "Programa Nacional de Florestas Energéticas", tanto en relación a la reflorestación como a la producción y utilización de leña.

Entre tanto, los índices de productividad obtenidos dejan aún a desear, haciendo que la densidad energética de las florestas sea bastante baja. Hay necesidad de especies y progenies menos exigentes en suelos y fertilizantes, así como de técnicas de silvicultura y de manejo capaces de proporcionar mayor productividad económica de las florestas para fines energéticos, principalmente debido a que fueron determinadas, para casos específicos, productividades superiores a 60 estereos de madera/H / año.

La actividad de reflorestación en el País se desarrolló en ritmo acelerado a partir de la creación, en 1967, del IBDF— Instituto Brasileño de Desarrollo Florestal, ocasión en que fue adoptada la política de incentivos fiscales para el sector. Así, partiendo de un área reflorestada de aproximadamente 34.000 hectáreas en 1967, fueron reforestadas hasta 1981, cerca de 4,5 millones de hectáreas en el País, con base en los incentivos fiscales.

La tecnología de producción del carbón vegetal, desarrollada a lo largo de casi un siglo, también recibió importantes perfeccionamientos en los recientes años. Así, los hornos tradicionales de fabricación de carbón fueron modificados para mejorar el rendimiento y aprovechamiento de los subproductos consiguiendo una producción de 330 kg de carbón y 26 kg de alquitrán por tonelada la leña seca. Además, están realizándose varias investigaciones en el sentido de desarrollar tecnologías más sofisti-

cadas de pirólisis e hidrólisis, con miras a obtener una recuperación máxima de subproductos.

Entre los posibles sectores de promover la substitución de aceite combustible por carbón vegetal o leña, pueden ser citados los de cemento, cerámica, refractarios, textil, papel y celulosa, siderurgia, mineración, alimentos y bebidas. Por ésto, un gran número de empresas de estos sectores, además de fabricantes de equipos y organismos públicos, se lanzaron al desarrollo de tecnologías no tradicionales de utilización de leña y carbón vegetal, como por ejemplo:

- gasificación de leña y carbón vegetal;
- quema directa de madera picada y pulverizada;
- producción y quema de carbón pulverizado;
- pelotización de carbón pulverizado;
- "briquetes" de carbón pulverizado;
- preparación y quema de la mezcla de aceite combustible con carbón vegetal;
- mezcla de carbón pulverizado con mineral de hierro, para pelotización.

Todas estas tecnologías se encuentran debidamente probadas y funcionando en carácter comercial en diversas industrias de los tipos más variados, cubriendo no apenas la producción de aire caliente (en hornos, secadores, etc.) o agua caliente, sino también la producción de vapor en substitución a los derivados de petróleo.

4.3.4 Aspectos Comerciales

Por ser una actividad de nivel exclusivamente privado envolviendo pequeños y

grandes productores y, por no haber control por parte del poder público, la leña y el carbón vegetal no poseen una política definida de precios, variando de acuerdo con la fluctuación de la demanda del mercado siderúrgico.

Además, debido a los costos de transporte desde las florestas hasta los centros consumidores, los precios de venta de la leña y carbón vegetal son establecidos en función del local de consumo, con variaciones substanciales entre diversos centros consumidores.

Actualmente, el precio del carbón vegetal en Minas Gerais varía entre 9 y 14 dólares por metro cúbico (36 a 56 dólares por tonelada).

En el caso de la leña, el precio de la leña de reforestación con 25% de humedad está cotizado en 9 dólares por estéreo (metro cúbico apilado) puesto en punto de embarque junto a la floresta.

4.4 HIDROELECTRICIDAD

4.4.1 Reseña Histórica

La energía hidráulica ha sido en los últimos 25 años, una de las más importantes fuentes de energía primaria del Brasil. La figura 1 de la página 22, anteriormente presentada, muestra que la participación de la energía hidráulica pasó de cerca de 18% en 1971 para 27% en 1981. El crecimiento de la producción de energía hidráulica creció en este período a una tasa media geométrica de 9,2%, solamente superada por el carbón mineral energético y por la caña de azúcar.

La producción de energía eléctrica en el País alcanzó 140.588 GWh en 1981 para un consumo de 124.393 GWh. Tal producción es casi exclusivamente de origen hidráuli-

ca, siendo complementada por pequeños parcelas de generación termoeléctrica a carbón y aceite combustible.

El consumo de electricidad en el Brasil es principalmente industrial, con cerca de 68.506 GWh en 1981 (55%), y en menores proporciones para los sectores residencial, comercial y público. La figura (9) ilustra la evolución del consumo de electricidad en los años recientes, donde se puede observar la tendencia de participación, cada vez mayor, del consumo industrial.

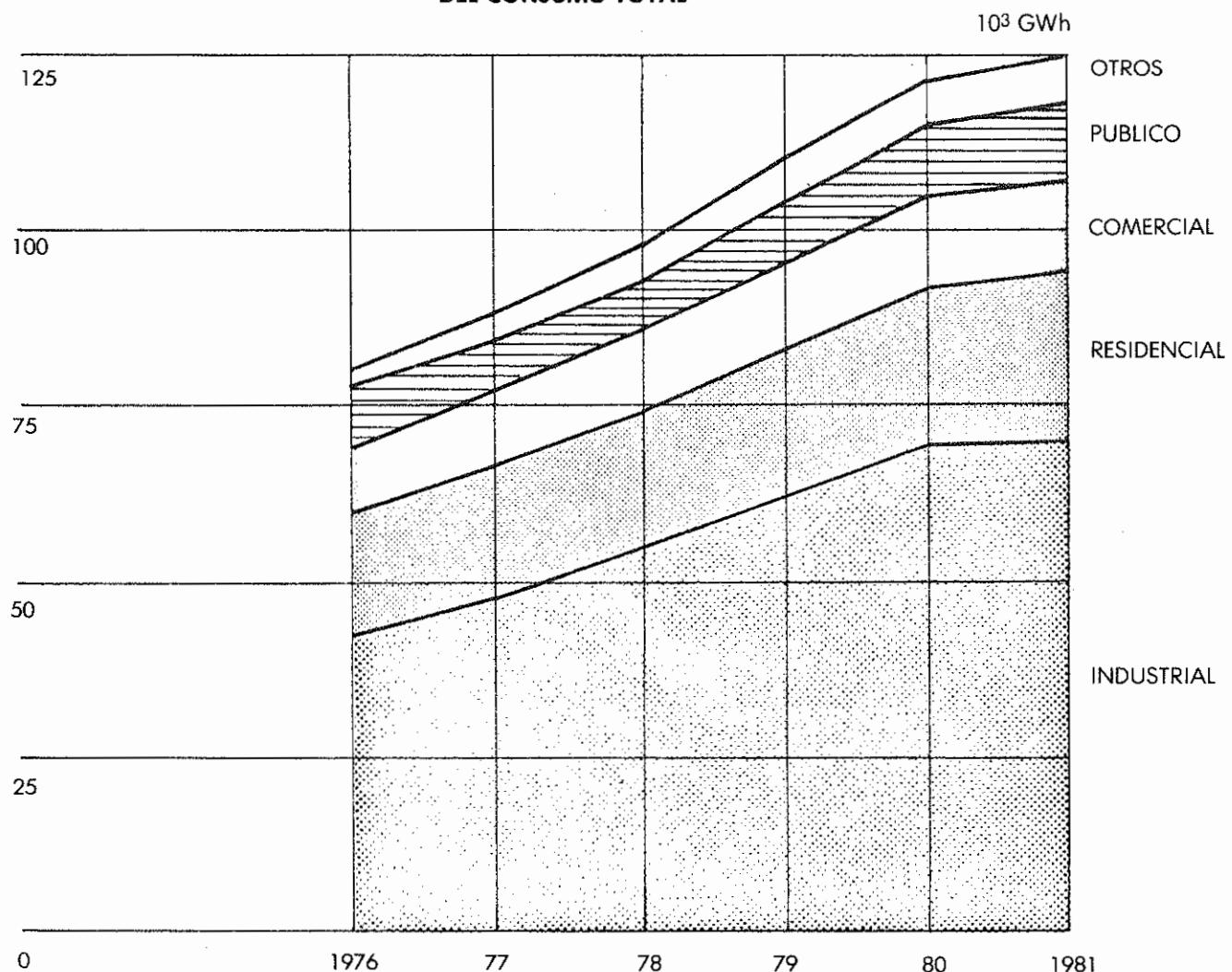
4.4.2 Objetivos y Metas para la Energía Hidráulica

A pesar de esta excelente situación, el Modelo Energético Brasileño dedicaba especial atención a la energía eléctrica como forma de substitución de otras formas de energía, tales como:

1. En la substitución de generación a diesel en la mayoría de los auto-productores por la generación hidráulica del sistema eléctrico nacional (concesionaria).
2. En el transporte colectivo urbano y suburbano (ómnibus eléctrico, trenes eléctricos subterráneos (Metros) pre-metros de superficie, trenes eléctricos suburbanos, etc.).
3. En la electrificación del sistema ferroviario (transporte de grandes cargas a grandes distancias o de gran densidad de carga).
4. En la generación de calor por medio de electricidad de fuente hídrica, para substitución de aceite combustible.
5. En la substitución de generación termoeléctrica usando aceite combustible, por generación termoeléctrica a carbón mineral.

FIGURA 9

BRASIL
ELECTRICIDAD — EVOLUCION SECTORIAL
DEL CONSUMO TOTAL



Fuente: BALANCE ENERGETICO/1982,
MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA

Las tres primeras se refieren a la substitución de diesel, calculándose para este fin la generación de 3.362 GWh (384 MW medios) correspondiente a 20.000 bep/día en 1985.

El ítem 4, referente a generación de calor, a pesar de casi siempre no ser la electricidad para ese fin, económicamente competitiva con otras formas de energía, es entre tanto, atractiva como alternativa, por sus condiciones técnicas, operativas, ecológicas de seguridad y de confianza de abastecimiento; la necesidad de generación hidroeléctrica, con esta finalidad, está calculada en 6.724 Gwh (768 MW medios) correspondiente a 40.000 BEP/día en 1985.

El ítem número 5, relativo a generación termoeléctrica a carbón, demandará un consumo adicional de 6.000.000 t. de carbón mineral correspondiendo a 36.430 bep/d., valor éste que está incluido en la meta de carbón mineral nacional (110.000 bep/d) en 1985.

Además, el Modelo llevaba en consideración la oportunidad de aumentar la utilización del potencial hidráulico brasileño, evaluado en 213.000 MW de los cuales apenas 11,3% estaba siendo usado hasta fines de 1979.

Para esto, el país ya contaba con una gran experiencia, no apenas en aspectos relacionados con la planificación, proyecto y construcción de plantas, sino también en el suministro de equipos mecánicos, eléctricos y electrónicos relacionados con la generación, transmisión y distribución de electricidad. Esta experiencia cubría desde las pequeñas plantas hasta las centrales hidroeléctricas con más de 1.000 MW de capacidad instalada, o desde las líneas de distribución rural hasta las líneas de transmisión en tensiones superiores a 500 kV.

4.4.3 Estrategias de Acción

El aprovechamiento integral del potencial hidroeléctrico brasileño es de difícil factibilidad económica y técnica, ya que existe un nítido descompás entre la localización geográfica del potencial todavía no aprovechado y el mercado de consumo de energía eléctrica.

De esta forma, las estrategias de acción para el aprovechamiento de la energía hidráulica deberían contemplar:

- Dar prioridad, siempre que existan condiciones naturales (potencial hidroeléctrico) y económicas para el aprovechamiento hidroeléctrico, por tratarse de una fuente renovable, local, limpia, no contaminante y de tecnología nacional ya desarrollada y auto-suficiente.
- Compatibilizar las ventajas del dominio de la tecnología en líneas de transmisión, de tal forma que pueda permitir la transferencia de grandes bloques de energía eléctrica de la región Amazónica para los centros consumidores del Nor-Este, y Sur-Este, con las posibilidades de uso local del potencial hidroeléctrico de la región Amazónica; considerar la construcción de futuros polos industriales de la región, de forma a realizar inversiones apenas en líneas de transmisión, que no se tornen ociosas en el futuro.
- Utilizar, observadas las características económicas y la evolución tecnológica de las turbinas de flujoaxial (tipo bulbo), el aprovechamiento de plantas de caída baja, para las soluciones locales o regionales, de áreas aisladas o ribereñas, particularmente en la región Amazónica.
- Considerar el aprovechamiento de plantas reversibles para atendimiento de pun-

ta de carga de los sistemas regionales siempre que sea recomendable, especialmente en el Sur-Este.

- Reactivar, cuando sea posible, las plantas hidroeléctricas paralizadas por ser antiguas o de pequeño porte, así como tratar de optimizar las de medio o grande porte con la instalación de unidades generadoras adicionales o reservatorios complementables.
- Permitir el aprovechamiento hidroeléctrico de pequeño y medio portes para uso propio por consumidores privados, especialmente industriales, pudiendo con el exceso de energía, suplir directamente el consumo de localidades cercanas.
- Mantener la plena utilización de empresas de construcción de plantas hidroeléctricas, concesionarias, servicios de ingeniería de construcción, de proyectos y de instalación, fabricación de equipos, llevando en consideración las plantas hidroeléctricas de grande, medio y pequeño porte, que deberán ser construidas en número creciente por todo el País, con la finalidad de dar soporte al programa eléctrico previsto.
- Intensificar la evaluación del potencial hidroeléctrico a nivel de inventario a fin de completarlo en el menos plazo posible.
- Garantizar la meta de 50 millones de kV de capacidad instalada hasta 1985.
- Promover la interconexión de los sistemas eléctricos, a través de un adecuado sistema de líneas de transmisión de energía eléctrica, de forma a optimizar el uso de los reservorios y la diversidad de las estaciones lluviosas, permitiendo mayor seguridad y confianza del servicio y, realizando la integración nacional de las fuentes energéticas regionales.

4.4.4 Las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

El aprovechamiento de las pequeñas caídas es menos económico en relación a los grandes aprovechamientos, pues su costo medio de KW instalado varía entre $US\$ 1,3 \times 10^3$ a $US\$ 2,6 \times 10^3$.

Sin embargo, ofrecen ventajas que deben ser consideradas caso por caso como a seguir:

- Son plantas que pueden localizarse próximas a los mercados consumidores evitando inversiones en pesadas líneas de transmisión, en sub-estaciones y en sistemas de telecomunicaciones, que son muy importantes de llevar en consideración en el costo final de la energía.
- Son plantas que requieren menores reservorios, y que por tanto exigen menores inundaciones de áreas potencialmente agro-cultivables.
- Son plantas que requieren menor tiempo para determinar el local de la represa, proyecto, construcción, permitiendo una solución más rápida a las necesidades de energía.
- Son plantas que usan equipos eléctricos y principalmente mecánicos de menor grado de sofisticación, pudiendo ser fabricados por parques industriales más simples.

Las pequeñas centrales ofrecen aún, la ventaja adicional de poder ser construidas y operadas directamente por los usuarios, razón por la cual la ELECTROBRAS — Centrales Eléctricas Brasileñas S.A. elaboró un Manual de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Este Manual tiene como objetivos la consolidación de la tecnología existente en el País relativa a las pequeñas centrales, permitiendo estudiar, proyectar, construir y operar estas plantas de modo económico, de tal forma a conseguir una tecnología de bajo costo.



Un estudio reciente, hecho para el Estado de São Paulo, identificó 80 locales donde sería posible la instalación de plantas de pequeño porte (superiores a 1 MW), alcanzando un potencial instalado total de 442 MW (228 MW firmes). De este Total, 23 locales pueden recibir plantas cuyo costo de implantación es de aproximadamente US\$ 1.3 x 10³ por kW, representando un potencial instalado de 179 MW.

4.4.5 Aspectos de Comercialización de la Energía Eléctrica

En los últimos años, con el objeto de aprovechar la disponibilidad de energía eléctrica ocasionada por la disminución de las actividades de la industria, el Gobierno Brasileño procuró estimular aún más la substitución de derivados de petróleo por la energía eléctrica obtenida en la generación hidráulica.

Fueron entonces concedidos diversos incentivos, tales como el ofrecimiento de tarifas especiales para actividades de riego (tradicional consumidora de diesel) y para actividades industriales con miras a la exportación de productos con elevado contenido energético. En estos casos, la tarifa normal de energía eléctrica firme, podría ser reducida para hasta 1/6 de su valor.

Además, aprovechando las características básicamente hidráulicas del sistema de generación de energía, el Gobierno trató de obtener una mayor utilización de la potencia instalada, ofreciendo tarifas reducidas para abastecimientos interrumpibles a criterio de las empresas concesionarias, obedeciendo la disponibilidad del sistema eléctrico interconectado. De este modo fueron establecidas dos tarifas especiales conforme ilustra la figura 10.

La primera de ellas es la Energía Temporal no Garantizada ESNG, que puede ser utilizada por un período máximo de 2.200 horas dentro de cada año hidrológico.

La otra es la Energía Garantizada por un Tiempo Determinado - EGTD que puede ser usada por un período de hasta 6.000 horas.

Con estas medidas, se pretende alcanzar mayores porcentajes de substitución de derivados de petróleo en los siguientes tipos de industrias.

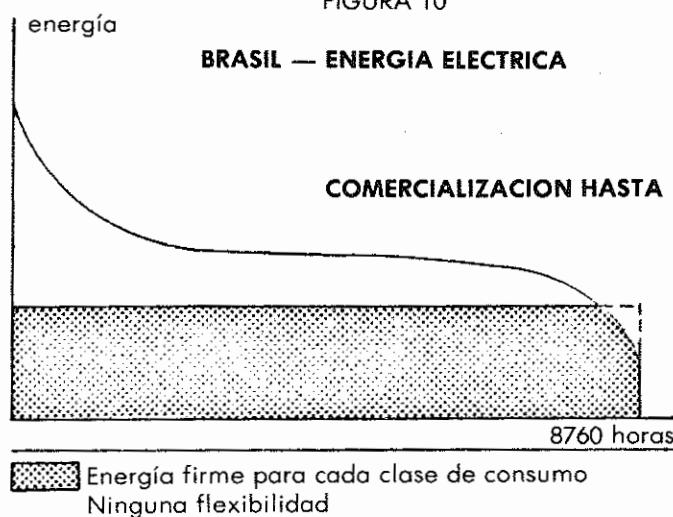
- Textiles, principalmente acabados
- Cuero
- Bebidas
- Panaderías, confiterías
- Lácteos
- Vidrio
- Plásticos
- Siderurgia básica
- Fundición de hierro, acero y aleaciones de hierro
- Fundición de no-ferrosos
- Producción primaria de no-ferrosos
- Niquelado, cromado, etc.
- Tratamientos térmicos
- Fertilizantes.

El número de estas industrias que se benefician de estas tarifas ya pasó de dos centenas, representando una substitución de cerca de 15.000 barriles equivalentes de petróleo por día, pudiendo llegar hasta 35.000 bep/día al final de 1983.

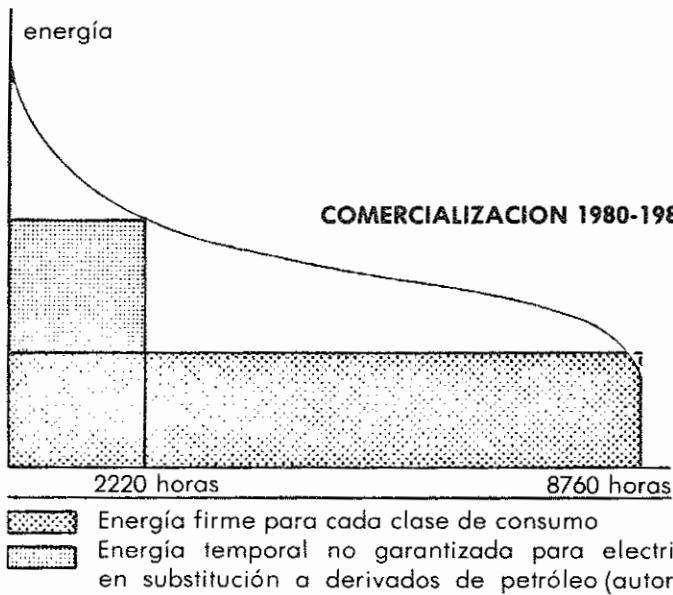
FIGURA 10

BRASIL — ENERGIA ELECTRICA

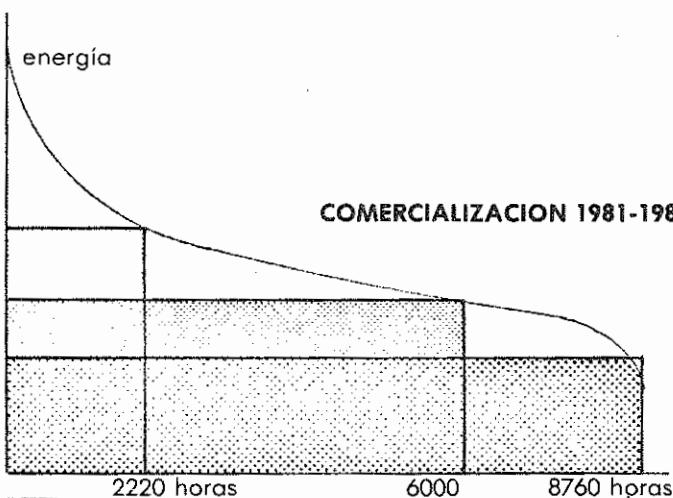
COMERCIALIZACION HASTA 1979



COMERCIALIZACION 1980-1981



COMERCIALIZACION 1981-1986



Obs: Potencia media para Factor de Carga a 70%

[Shaded Box]	Energía firme
[White Box]	Energía temporal no garantizada

[White Box]	Energía garantizada por tiempo determinado Industrial
Disponibilidad 82/84 = 5 millones kWh/año	
Disponibilidad 85/86 = 3,5 millones kWh/año	

4.5 TRANSICION ENERGETICA 1979/1983

Las metas previstas en el Modelo Energético Brasileño para atender a la demanda de petróleo en 1985 (ver cuadro 18) deben ser alcanzadas en su totalidad.

Los programas de acción descritos en este trabajo indican efectivos progresos en esa dirección, demostrando que el Modelo tiene efectivos chances de concretizarse, no apenas en el sentido de cumplir las metas establecidas, más, principalmente en el aspecto de cumplirlas dentro de las premisas de auto-suficiencia energética con autonomía tecnológica.

5. CONCLUSIONES

Es evidente que las soluciones para los problemas energéticos están intimamente relacionados a las cues-

tiones económicas, sociales, fisiográficas e inclusive al desarrollo político de cada País. Por esta razón, consideramos fuera de las posibilidades de este trabajo, la tarea de indicar los tipos de fuentes energéticas más armoniosas con tales cuestiones dentro de la realidad de cada País de América Latina.

Sin embargo, la aparente dificultad de buscar soluciones regionales o locales para los problemas de dependencia energética, no debe ser una barrera inhibidora de los esfuerzos que nuestros países necesitan realizar en el campo de la energía.

No debe servir también de pretexto para medidas postergatorias o mismo de alcance limitado en relación a los indispensables programas de utilización de fuentes nuevas y renovables de energía.

Los largos plazos de maduración de estos programas y la necesidad, ya detectada por el Banco Mundial, de que los países en desarrollo tienen que triplicar su

CUADRO 18
BRASIL
PREVISION DE CONSUMO DE PETROLEO Y SUBSTITUTOS NACIONALES

FUENTE	(BEP/DIA)		
	1985	1983	1983/1985
Petróleo importado	500.000	570.000	
Petróleo y gas nacional	500.000	400.000	0,80
Alcohol carburante	170.000	78.000	0,46
Carbón mineral	110.000	33.000	0,30
Energía Hidráulica	60.000	35.000	0,58
Madera y carbón vegetal	120.000	20.000	0,17
Otros	40.000	10.000	0,25
TOTAL	1.500.000	1.146.000	0,76

Fuente: INDI
Ministerio das Minas e Energia.

oferta de energéticos hasta fines de este siglo, de modo a mantener sus previsiones de crecimiento, también indican la necesidad de un trabajo conjunto, de modo a optimizar la utilización de los recursos humanos y financieros disponibles.

Según el Banco Mundial, en el período de 1982/1980 serán necesarios cerca de 14.000 millones de dólares americanos, apenas para realizar estudios de pre-factibilidad, siendo 9.000 millones de dólares exclusivamente en hidroelectricidad. Los recursos invertidos en fuentes alternativas (extra hidroelectricidad) deberán alcanzar 450 millones de dólares por año.

El cambio del panorama energético de los países Latinoamericanos adquiere también una connotación que juzgamos muy importante hacer énfasis en este encuentro. Así, es interesante destacar que la utilización de las fuentes nuevas y renovables implica en cambios de muchos hábitos tradicionales de los Gobiernos y mismo hasta de las personas en sus actividades diarias dentro del hogar. Además de este cambio, es necesario modificar inclusive el antiguo hábito colonial de consultar exclusivamente a los países del hemisferio norte, todas las veces que se presentan dificultades en las áreas de tecnología y economía.

No se trata de provocar discrepancias con los países del Norte, más, principalmente, de utilizar las capacidades tecnológicas que los países del hemisferio sur poseen en grado tan elevado cuanto cualquier otro.

La utilización intensiva de las FNRE se presenta como un excelente campo para un trabajo conjunto entre los países de América Latina y también entre éstos y los países del hemisferio norte. Tanto los unos como los otros ya reconocen la contribución importante que tales fuentes pueden ofrecer para la solución de los problemas globales de energía, llevando en consideración la necesidad de preservar al máximo las reservas de petróleo y otras fuentes energéticas no renovables.

Nuestro país, a través de la entusiasta administración del Sr. Ministro César Cals, se encuentra totalmente a disposición de nuestros amigos de América Latina y, Europa para estrechar la colaboración y para un íntimo esfuerzo de intercambio de experiencia en este campo.



THE POTENTIAL OF NEW AND RENEWABLE ENERGY SOURCES IN LATIN AMERICA'S ENERGY SUPPLY

**Julio Claudio de Alvarenga Diniz
Maurilio Luiz Pereira da Silva**

INSTITUTE OF INDUSTRIAL
DEVELOPMENT OF MINAS
GERAIS (INDI) - BRAZIL

I. INTRODUCTION

Latin America has plentiful energy resources, such as oil, coal, hydroelectric power, natural gas, biomass and even uranium. Some of its countries are oil exporters; others have know-how in the exploitation of hydroelectric power; others are even world leaders in the utilization of biomass as an energy source. If these energy resources were adequately exploited it would be possible to supply the energy demand of the entire region without recourse to extra-regional imports.

However, this does not happen, due to several factors which we are going to analyze here, at the same time that we present details of our country's energy program, as an illustration of what can be planned and done to try to reduce or eliminate external dependence concerning energy sources.

2. ENERGY STRUCTURE OF LATIN AMERICA

As we have already mentioned, important energy resources are available in Latin America. However, these resources are not evenly distributed so as to meet the needs of each country. For example: Brazil and Ecuador, which have almost equivalent oil reserves, and the same production of crude in 1980, respectively import and export significant amounts of this commodity, as can be seen in the following figures:

CRUDE OIL

Item	1980	
	BRAZIL	103 m ³
Reserves	193,960	174,880
Production	10,562	11,888
Imports	50,564	
Exports	70	6,302

Thus, oil imports consumed in 1980 around 51% of the proceeds of Brazilian exports, while oil exports represented over 40% of Ecuador's external sales. If Ecuador's oil sales were a problem due to the excessive dependence on exports of a single product, for Brazil the situation was much more difficult since it seriously affected the country's balance of trade, in a dramatic change in relation to 1970, when oil imports consumed only 9% of the country's export revenues.

Situations like these, with heavy imbalances between supply and demand of fossil fuels, are found all over Latin America, with the exceptions of Argentina and Colombia, which have a reasonable supply of energy from varied sources.

The consequences of these imbalances in the economies of Latin American countries (and a great number of countries all over the world) became more



evident in 1981 and 1982. Several studies on these consequences (*) have been presented within OLADE itself, so we will limit ourselves to the analysis of the technological possibilities of exploitation of new and renewable energy sources.

This analysis has been based on the energy inventories and compilations published by OLADE (mainly *Energy Balances for Latin America*), besides other papers illustrative of the Brazilian program for replacement of oil and its by-products. However, it must be said that detailed data on Latin American energy sources are scarce and sometimes inadequate. Variations in the methodology and even terminology adopted in researching these resources may affect our analysis.

2.1. PARTICIPATION OF NEW AND RENEWABLE SOURCES IN THE LATIN AMERICAN ENERGY STRUCTURE

Table 1 shows Latin American energy reserves and biomass resources.

It may be noticed that these resources and reserves are extensive but are irregularly distributed among nearly all the countries in the region. Besides that, they have not been totally inventoried up to now, and may grow substantially in several of these countries.

Taking into account that biomass is a renewable resource, it is important to call attention to some of the figures listed in this table:

- Biomass resources correspond to around 12% of total Latin American energy reserves.
- In the case of Mexico and Central America, they correspond to 11% of total reserves.

* We recommend "Energy and Development" - Alberto Mendez Arocha - Revista Energética OLADE N° 23 - January, February, 1982.

- For Argentina, Paraguay, and Uruguay they correspond to 13%.
- In Brazil, they make up over 17% of total reserves.
- In the case of the Caribbean and the Guyanas, they represent 36% of total energy reserves.

In spite of these resources, Latin America has not been able to avoid the global tendency toward excessive dependence on oil (mostly imported) to supply its energy needs.

Thus, the consumption structure in 1978 mirrored a high dependence on oil and its by-products (63%), while biomass participated with around 20% and hydroelectric power with 7%, the remainder being distributed mainly among coal and animal and plant fuels.

A few countries, among them Brazil, Colombia, Peru, and Guatemala, make reasonable use of new and renewable sources - mainly biomass and hydroelectric power - for industrial as well as residential, commercial and public consumption, as shown in Tables 2 and 3.

Besides these, in Central American countries, biomass represents an important energy input (over 50% of total energy supply). However, there is dependence on imported oil for more advanced uses such as in industry and transportation (Table 4).

As a whole, it is estimated that 50% of the Latin American population depends on firewood and charcoal for its basic needs, mainly for cooking.

As for hydroelectric power, Brazil, El Salvador, Costa Rica, Peru, and Colombia already make good use of their potential, while Paraguay, Argentina, Uruguay, Peru, Venezuela and others have excellent potential, still inadequately exploited.

TABLE 1

ENERGY RESERVES AND BIOMASS RESOURCES

¹⁰⁶

	Coal	Oil	Natural Gas	Non - Conventional Hydrocarbons	Hidroelectricity	Uranium	Biomass
Central America and Mexico	1.061,2	6.286,1	1.644,1	0,5	3.845	116,8	1.602,0
Caribbean and Guyanas	3,0	100,1	305,8	0,2	1.150		871,8
Colombia, Ecuador and Venezuela	817,5	2.834,6	1.325,2	293,5	12.786		826,8
Bolivia, Chile and Peru	734,0	165,9	198,7	0,2	6.322		544,5
Argentina, Paraguay and Uruguay	81,9	350,9	560,7	0,1	4.957	323,7	964,2
Brazil	636,8	185,6	38,2	114,4	15.302	1.034,5	3.574,2
Latin America	3.334,4	9.923,2	4.072,7	408,8	44.362	1.475,0	8.383,5

SOURCE: Latin American Energy Cooperation Program (PLACE), OLADE

TABLE 2
PARTICIPATION OF BIOMASS IN INDUSTRY SECTORS 1978

COUNTRY	FIREWOOD		TOTAL BIOMASS	
	TOE X 10 ³	%	TOE X 10 ³	%
MEXICO*	U.		U.	
CENTRAL AMERICA				
Costa Rica	18,0	4,8	149,0	40,0
El Salvador	29,0	7,3	194,0	48,9
Guatemala	324,0	36,2	491,0	54,9
Honduras	102,0	30,2	161,0	47,7
Nicaragua	57,0	22,7	58,0	23,1
Panama	6,6	1,8	109,9	30,5
CARIBBEAN				
Grenada	0,19	19,0	0,2	
Haiti	79,0	36,2	126,0	57,8
Jamaica*	U.		213,0	10,6
Dominican Republic	25,0	2,1	683,0	57,3
Suriname	0,2	2,1	3,6	1,0
Trinidad and Tobago	U.			
ANDEAN COUNTRIES				
Bolivia	U.		10,7	3,5
Colombia	U.		272,0	6,2
Chile	447,0	15,9	447,0	15,9
Ecuador	U.		186,0	32,0
Peru	367,0	14,5	367,0	14,5
Venezuela*	U.			
PLATA BASIN COUNTRIES				
Argentina*	5,0		1.100,0	
Uruguay	61,9	9,0	101,3	14,5
BRAZIL	3.409,0	8,0	8.919,0	21,0

* Data on firewood and biomass consumption estimated.

SOURCE: **Energy Balances for Latin America** - OLADE

U:- Unavailable

TABLE 3

**PARTICIPATION OF BIOMASS IN THE CONSUMPTION OF THE RESIDENTIAL,
COMMERCIAL AND PUBLIC SECTORS**

COUNTRY	FIREWOOD		TOTAL BIOMASS	
	TOE X 10 ³	%	TOE X 10 ³	%
MEXICO*	11.954	70,0	11.954	70,5
CENTRAL AMERICA				
Costa Rica	417	75,0	426	76,6
El Salvador	1.330	92,0	1.331	92,0
Guatemala	1.563	90,4	1.563	90,4
Honduras	966	88,4	971	88,9
Nicaragua	508	80,6	518	82,2
Panama	287	66,8	287,4	66,9
CARIBBEAN				
Grenada	3,4	37,5	3,6	40,0
Haiti	1.047	80,9	1.276	98,6
Jamaica*	6	3,0	15	8,1
Dominican Republic	426	39,1	818	79,7
Suriname	30	53,3	29,9	53,5
Trinidad and Tobago				
ANDEAN COUNTRIES				
Bolivia	210	48,3	210	48,3
Colombia	2.948	66,1	2.948	66,1
Chile	882	40,6	882	40,6
Ecuador	783	61,9	783	62,0
Peru	2.281	55,7	2.641	64,5
Venezuela*	11	0,5	13	0,5
PLATA BASIN COUNTRIES				
Argentina*			236	3,8
Uruguay	455	56,7	455	56,7
BRAZIL	13.938	48,5	14.295	68,6

* Data on firewood and biomass consumption estimated.

SOURCE: "Energy Balances for Latin America" - OLADE

TABLE 4
PRIMARY ENERGY SUPPLY
(1979)

COUNTRY	HYDROELECTRIC POWER	BIOMASS	OIL	GEOENERGY
Costa Rica	18,0	47,3	34,7	
El Salvador	4,5	56,0	25,2	14,3
Guatemala	0,8	70,4	28,9	
Honduras	4,5	67,4	28,2	
Nicaragua (1)	5,0	54,1	40,9	
Panama (2)	2,6	14,6	82,8	

(1) 1980

(2) 1978

SOURCE: **Energy Bulletin** N° 21, July/August 1981.
Latin American Energy Organization (OLADE).

TABLE 5
HYDROELECTRIC POTENTIAL
(1980)

COUNTRY	MW	%
Argentina	45.000	7,5
Bolivia	18.000	3,0
Brazil	213.000	35,5
Colombia	100.000	16,7
Costa Rica	8.548	1,4
Chile	12.000	2,0
Ecuador	22.000	3,7
El Salvador	1.628	0,2
Grenada	8	0
Guatemala	7.600	1,3
Honduras	3.100	0,5
Mexico	40.000	6,7
Nicaragua	4.100	0,7
Panama	5.000	0,8
Paraguay	17.000	2,8
Peru	58.000	9,7
Dominican Republic	1.719	0,3
Uruguay	7.000	1,2
Venezuela	36.000	6,0
TOTAL	599.703	100,0

SOURCE: **Energy Bulletin** N° 21, July/August 1981.
Latin American Energy Organization (OLADE).

It is true that Brazil, Colombia, Peru, Argentina, Mexico, and Venezuela together have over 82% of the hydroelectric potential inventoried up to now (Table 5).

But, on the other hand, we can surely say that further inventories of the hydroelectric potential of the remaining countries will reduce this proportion, increasing at the same time the share of this energy source in the overall context of Latin American energy reserves.

Statistics reveal that Latin America utilizes only 7% of its known hydroelectric power potential, from a maximum 29.6% in El Salvador to a minimum 1% in Guatemala. These low hydroelectric power utilization rates clearly indicate that, especially at the present stage of the world's economy, when hydroelectric power is able to compete profitably with oil, this constitutes a promising approach to solving the problem.

We can also affirm that biomass offers excellent conditions for better exploitation, not only of firewood but also of charcoal, alcohol, cane residues, low-BTU gas and other fuels.

3. A TYPOLOGICAL ANALYSIS OF THE ENERGY PROBLEM

The effects of the so-called "energy crisis" were felt in different ways in various Latin American countries, due to their different status regarding natural resources, level of development, technological development and availability of human and financial resources.

Thus, it is important to note that the options for getting around the crisis by means of the diversification of the supply of energy sources will not be homogeneous throughout the region. There is no doubt that Latin America has favourable geographical conditions to find the energy resources (conventional or not) that it needs. However, for each sub-region or country, this will be a function not only of the financial resources

available but mainly of the typology of each country, taking into careful consideration the broad diversity of physiographic, economic and demographic conditions and the different levels of cultural, technical, and industrial development.

The typology most commonly adopted in the context of OLADE (*) is based on economic and geographical parameters. In accordance with this typology, Latin American countries could be divided as follows:

Group I	Mexico
Group II	Central American countries <ul style="list-style-type: none">• Guatemala• Honduras• El Salvador• Nicaragua• Costa Rica• Panama
Group III	Caribbean countries <ul style="list-style-type: none">• Bahamas• Cuba• Jamaica• Haiti• Dominican Republic• St. Lucia• St. Vincent• Barbados• Grenada• Trinidad & Tobago• Suriname• Guyana
Group IV	Andean countries <ul style="list-style-type: none">• Venezuela• Colombia• Ecuador

* We recommend "The Latin American Energy Problem: A Typological Study" - Joubert C. Diniz - Revista Energética OLADE Nº 23 - January, February, 1982.

	<ul style="list-style-type: none"> • Peru • Chile • Bolivia
Group V	Plata Basin countries <ul style="list-style-type: none"> • Argentina • Paraguay • Uruguay
Group VI	Brazil

3.1. GROUP I - MEXICO

Mexico has large reserves of oil, natural gas and coal, and reasonable hydroelectric and biomass resources, besides geothermal and uranium reserves the quantification of which is not yet precise. The structure of these reserves is shown in Table 6.

TABLE 6
MEXICO
STRUCTURE OF ENERGY RESERVES

SOURCE	%
Coal	9.6
Oil	57.6
Natural Gas	15.1
Non-conventional	
Hydroelectric power	16.6
Geonergy	
Uranium	1.1
TOTAL	100.0

SOURCE: Latin American Energy Cooperation Program (PLACE), November 1981.

Thus, the alternatives recommended for supplying future energy demand are as follows:

1 - Diversification of sources to reduce the high

dependence on oil, by means of:

- more intensive utilization of biomass, mainly firewood and charcoal for industrial use
- greater production of coal
- rational utilization and intensive exploitation of natural gas in association with oil
- production of fuel alcohol from sugar cane

- 2 - Detailed evaluation and more intensive exploitation of hydroelectric and geoenergy resources
- 3 - Drawing up of procedures aiming at rationalization and energy conservation.

3.2. GROUP II - CENTRAL AMERICAN COUNTRIES

Due to their scarce or almost non-existent reserves of oil, coal and natural gas (Table 7); the best options for these countries are based on hydroelectric power, biomass and geoenergy, and the following steps are recommended:

- 1 - Diversification of sources to reduce the high dependence on oil in industry and transportation
- 2 - Detailed evaluation of hydroelectric, geo-energy and biomass resources
- 3 - Accelerated development of hydroelectric power for:
 - generation of industrial process heat
 - urban and railway transportation
 - production of fertilizers

TABLE 7
CENTRAL AMERICA
STRUCTURE OF ENERGY RESERVES

SOURCE	%
Coal	0.6
Oil	0.2
Natural gas	
Non-conventional hydrocarbons	
Hydroelectric power	99.2
Geoenergy	0.1
TOTAL	100.0

SOURCE: Latin American Energy Cooperation Program (PLACE), November 1981.

- 4 - Production of fuel alcohol from sugar cane or other sources
- 5 - Rational utilization and exploitation of biomass energy by means of:
 - efficient utilization of firewood and charcoal
 - production of vegetable surrogates for oil by-products (alcohol from wood and vegetable fuel oils).

3.3. GROUP III - CARIBBEAN COUNTRIES

In the case of this group, it is necessary to differentiate countries according to the availability of oil, since Trinidad and Tobago is an exporter. This country, however, has reserves for only nine years if it continues to produce at 1979 rates, which points toward the need of adopting policies for conservation and diversification of energy sources within the alternatives applicable to the other countries. It is important to observe the relevance for the whole sub-region of the industrial and transportation sectors in what concerns present and future energy requirements.

Taking into account the region's reserves (Table 8), the following alternatives may be considered:

- 1 - Diversification of the consumption of oil and its by-products and their replacement by locally available resources, mainly hydroelectric power and biomass
- 2 - Completion of the evaluation of hydro and biomass resources to find out about their total potential
- 3 - Faster exploitation of geonergy
- 4 - Accelerated utilization of hydroelectric power in urban and railway transportation and industry
- 5 - Systematic evaluation of the potential for production of alcohol from sugar cane
- 6 - Rationalization of the consumption of oil - products, with simultaneous improvement of the efficiency of the means of conversion.

TABLE 8
CARIBBEAN COUNTRIES
STRUCTURE OF ENERGY RESERVES

SOURCE	%
Coal	0.7
Oil	23.4
Natural gas	71.4
Non-conventional hydrocarbons	
Hydroelectric power	4.4
TOTAL	100.0

SOURCE: Latin American Energy Cooperation Program (PLACE), November 1981.

TABLE 9

**ANDEAN COUNTRIES:
STRUCTURE OF ENERGY RESERVES**

SOURCE	BOLIVIA	COLOMBIA	CHILE	ECUADOR	PERU	VENEZUELA
Coal		7,5	39,7		2,0	1,5
Oil	1,1	1,2	3,5	8,5	2,1	38,8
Natural gas	7,6	1,6	3,9	5,5	0,6	16,2
Non-conventional hydrocarbons						4,4
Hydroelectric power	91,3	89,7	52,9	85,9	95,2	39,1
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

SOURCE: Latin American Energy Cooperation Program (PLACE), November 1981.

3.4. GROUP IV - ANDEAN COUNTRIES

The Andean countries also differ greatly with regard to oil, coal and natural gas reserves (Table 9).

Besides that, some of these countries, which have good oil reserves, have become heavy exporters of this commodity and may become vulnerable since these reserves may soon be exhausted (between 10 and 20 years) if exports continue at 1979/1980 levels.

In view of these facts, the following alternatives are feasible:

- 1 - Replacement of oil and its by-products (corresponding to 66% of the domestic primary energy supply) by other widely-available resources such as coal, natural gas and renewable sources (biomass and hydroelectric power).
- 2 - Rationalization of the consumption of energy mainly oil by-products, with simultaneous improvement of the means of conversion
- 3 - Rational exploitation of drilled natural gas, which has been little utilized
- 4 - More intensive use of hydroelectric power in urban and railway transportation
- 5 - Completion of the evaluation of hydro resources to find out about their overall potential
- 6 - Suitable utilization of biomass, mainly firewood, promoting its utilization in industry to be burned directly or consumed in the form of gas and charcoal.

3.5. GROUP V - PLATA BASIN COUNTRIES

These countries also differ greatly in terms of energy reserves. Uruguay and Paraguay are devoid of oil or natural gas deposits, while Argen-

tina has a great variety of available energy resources, including uranium. The reserves of these countries are outlined in Table 10.

TABLE 10
PLATA BASIN COUNTRIES
STRUCTURE OF ENERGY RESERVES

SOURCE	%
Coal	1.3
Oil	5.6
Natural gas	8.9
Non-conventional hydrocarbons	
Hydroelectric power	79.0
Geoenergy	
Uranium	5.2
TOTAL	100.0

SOURCE: Latin American Energy Cooperation Program, OLADE.

In this region, as in the other Latin American countries, there is also heavy dependence on oil and its products (67% of supply), although Argentina produces over 90% of its consumption. The case of Uruguay is the most critical due to the country's total dependence on oil imports and the deficient exploitation of its vast hydro reserves.

Within this context, the alternatives are the following:

- 1 - Replacement of oil by other energy sources to reduce imports
- 2 - Improved inventory of hydroelectric power and biomass and more intensive exploitation of these resources, mainly in Uruguay and Paraguay



3 - Substitution, insofar as possible, for oil products by hydroelectric power in urban and railway transportation

4 - Incentives for the utilization of biomass, mainly firewood and charcoal, in industrial processes

5 - Greater production and consumption of fuel alcohol from sugar cane in Paraguay.

3.6. GROUP VI - BRAZIL

Just as the other Latin American countries, Brazil has relied too much on oil and its products. The country's dependence on imported oil has continued to grow even after the 1973 and 1979 "crises". Dependence on external supply of oil and coal reached 90% and 77% respectively in 1979, corresponding to around 40% of the overall Brazilian consumption of primary energy. Figure 1 illustrates the evolution of the total consumption of primary energy sources.

The alternatives adopted by Brazilian authorities to remedy this situation are creative and diverse, and a detailed analysis of them will provide guidance to other Latin American countries. We should note that, due to the country's territorial extension and great variety of physiographic conditions (climate, soil, vegetation, etc.), besides economic, social and geological factors, the Brazilian model presents solutions of national as well as regional character and value.

For the same reason, these solutions may be of great help in similar studies conducted regionally in each Latin American country.

4. SURVEY OF A CASE OF ENERGY PLANNING IN BRAZIL

4.1. THE BRAZILIAN ENERGY MODEL

4.1.1 Fundamentals

The structure of primary energy consumption

in Brazil showed, at the end of the 70's, high rates of consumption of non-renewable fuels (Table 11).

Comparing such consumption with the energy resources and reserves available (Table 12), one can see the contrasts between these data, which showed the necessity of searching for solutions to achieve a more coherent utilization of domestic energy sources.

Besides, the balance of trade was a serious problem, since oil imports required a considerable portion of our total export revenues (Table 13). Because of that, the Brazilian Government has recommended the adoption of an energy model geared to substituting imported oil, with two basic approaches:

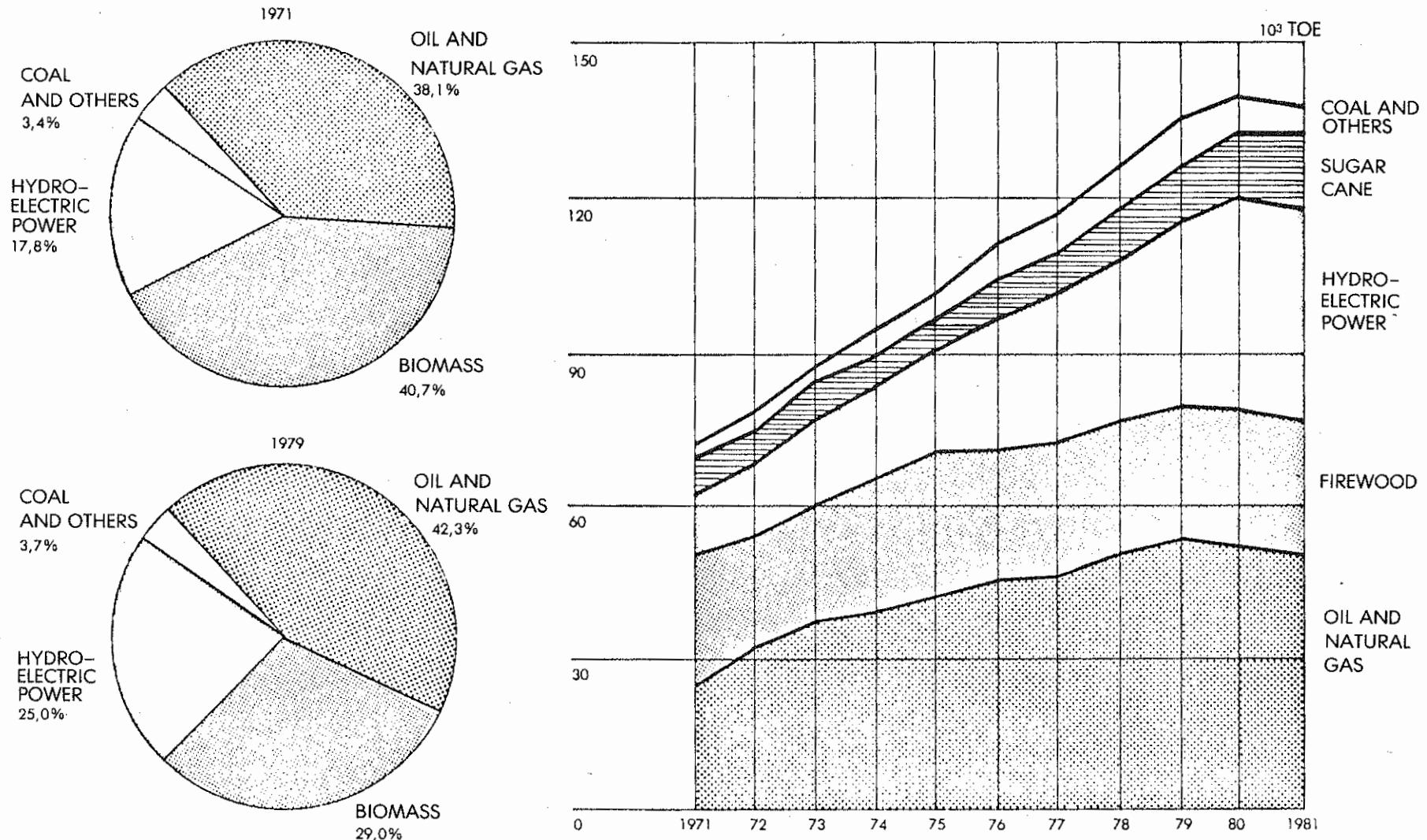
- Regional use of energy sources with a reduction in transportation of energy.
- Diversification of the energy sources with the utilization of technological pluralism.

Thus, the energy model to be adopted should obey the three basic lines:

- Conservation of energy
- Increase of domestic oil production and reserves
- The highest utilization of domestic energy sources and substitution for the consumption of oil products.

FIGURE 1
BRAZIL

TOTAL OF PRIMARY SOURCES - EVOLUTION OF CONSUMPTION



SOURCE: National Energy Balance, 1982.

TABLE 11
CONSUMPTION STRUCTURE OF PRIMARY ENERGY

PRIMARY ENERGY	CONSUMPTION IN 1969		CONSUMPTION IN 1979	
	1,000 TOE	%	1,000 TOE	%
1. Non-renewable	24.111	42,9	53.596	45,4
1.1. Fossil				
Oil	21.673	38,5	47.975	40,7
Natural Gas	96	0,2	498	0,4
Coal	2.342	4,2	5.123	4,3
Shale oil				
1.2 Nuclear				
2. Renewable	32.218	57,1	64.189	54,6
2.1 Biomass				
Alcohol	27		1876	1,6
Cane residues	2.520	4,5	5.489	4,7
Firewood	18.999	33,7	20.469	17,4
Charcoal	1.191	2,1	2.976	2,6
2.2 Hydro	9.481	16,8	33.379	28,3
2.3 Other sources (solar, wind, etc.)				
TOTAL	56.329	100,0	117.785	100,0

SOURCE: Brazilian Energy Model, Ministry of Mines and Energy,
May 1981.

TABLE 12
BRAZIL
ENERGY RESOURCES AND RESERVES (1)

SOURCE	UNIT	ON 31-XII-79		ON 31-XII-81	
		QUANTITY	ENERGY EQUIVALENCE 1,000 TOE	QUANTITY	ENERGY EQUIVALENCE 1,000 TOE
1. Non-renewable			6.572.000		
1.1 Fossil					
Oil	$m^3 \times 10^3$	198.000	166.000	237.700	199.660
Natural gas	$m^3 \times 10^6$	45.000	41.000	60.287	54.861
Shale oil	$m^3 \times 10^3$	672.000	565.000	672.000	565.000
Coal	$t \times 10^3$	22.800.000	4.300.000 (2)	22.610.000	4.270.000 (2)
Subtotal			5.072.000		5.089.521
1.2 Nuclear					
Uranium (U_3O_8)	t	215.000 (4)	1.500.000 (5)	266.300 (4)	1.855.000 (5)
2. Renewable					
Hydro	GW/Year(3)	106.500	271.000/year	106.500	271.000/year
Peat	$t \times 10^3$			3.154.000	240.000

- (1) Other renewable energy sources are not included.
- (2) The conversion coefficients are variable and permit a 50% recovery in mining.
- (3) Firm energy.
- (4) Costs are lower than US\$ 43/lb.
- (5) Mining and processing losses are considered without taking plutonium and residual uranium recycling into account.

SOURCES: Brazilian Energy Model, Ministry of Mines and Energy, May 1981.
National Energy Balance, Ministry of Mines and Energy, 1982.

TABLE 13
BRAZIL
OIL: FOREIGN TRADE

YEAR	OIL IMPORTS TOTAL IMPORTS %	OIL IMPORTS TOTAL EXPORTS %
1973	13,5	12,6
1974	23,9	38,0
1977	31,7	31,4
1978	30,8	33,3
1979	36,1	42,5
1980	43,1	49,2

SOURCE: Brazilian Energy Model, Ministry of Mines and Energy,
May 1981.

4.1.2 Goals

After the basic lines had been defined, the strategies of action and the goals to be achieved up to 1985 were established. It is important to remark that these goals and the stated period of time can be adapted or changed due to adverse factors or to crossroads situations. Besides, modifications can be made if the basic parameters utilized to evaluate the estimated consumption of oil derivatives for 1985 (approximately 1,700,000 barrels per day) are altered. These basic parameters are the following:

- GDP growth rate: 6% per year

- Demographic growth rate: 2.5% per year
- Growth rate of the products consumption: 7% per year.

Table 14 shows the goals of the Brazilian Energy Model. In 1985, the needs of oil, which exceed 1,000,000 barrels per day, with a self-sufficiency of 50%, will be satisfied through the substitution of oil products by other national energy sources.

These national sources will also supply the growing Brazilian energy demand, answering, in 1985, for about 65% of all energy needs.

TABLE 14
BRAZIL - GOALS FOR OIL SUPPLY IN 1985
SOURCE OF OIL SUPPLY AND NATIONAL
SUBSTITUTES FOR ITS PRODUCTS

SOURCES	SUPPLY		
	TOE/DAY	1.000 TOE	UNIT/YEAR
1. CRUDE OIL	1.000.000	48.750	
National	500.000	24.375	
Imported	500.000	24.375	
2. ALTERNATIVE SOURCES	500.000	24.375	
- Renewable	350.000	17.063	
• Alcohol	170.000	8.288	10,7 X 10 ⁹ liters
• Firewood and charcoal	120.000	5.850	25 x 10 ⁶ t, in wood
• Hydro	60.000	2.925	10.086 GWh
Non-Renewable	135.000	6.581	
• Coal	100.000	5.363	14,6 x 10 ⁶ t
• Shale oil	25.000	1.218	9 x 10 ⁶ t
- Others	15.000	731	
3. CONSERVATION OF ENERGY	200.000	9.750	
TOTAL	1.700.000	82.875	

SOURCE: Brazilian Energy Model, Ministry of Mines and Energy,
May 1981.

4.1.3 Incentives Policies

One of the tools utilized by the Government for the effective implementation of this program was the establishment of a policy of prices of energy sources geared to stimulating their production. The basic premises of this policy are related to changes in the prices of oil products in connection with the international prices of crude and with the currency exchange rate as well as to guaranteed return on the capital invested in the generation of such energy sources in order to stimulate the participation of the private sector.

This way, the price paid by the consumer for one Kcal of the national energy substitute source will always be lower than the price of one Kcal of an oil product. For example, the price paid by the consumer for hydrated alcohol will be, at most, 59% of the price of standard gas. Concerning coal, the price of its Kcal will be, at most, 70% of the sale price of one Kcal of the cheapest fuel oil.

A policy of incentives for the production and consumption of alternative energy sources should be based on a centralized decision of the Government, with previous knowledge of all the financial and economic factors, without neglecting those social and political impacts which can occur. If done otherwise, it would be almost impossible to neutralize a traditional structure of production and consumption which has been established based on financial and economic values.

4.1.4 Results Obtained

This study focuses on the participation and the possibilities of the New and Renewable Energy Sources in the energy matrix of Latin America. Thus, we should analyze only the third basic line of the Brazilian model, that is, the utilization of national energy sources and substitution for the consumption of oil products. However, aiming at giving a better idea of the efforts which are being developed by Brazil, we would like to inform briefly about some data related to the two other basic lines of the mentioned model.

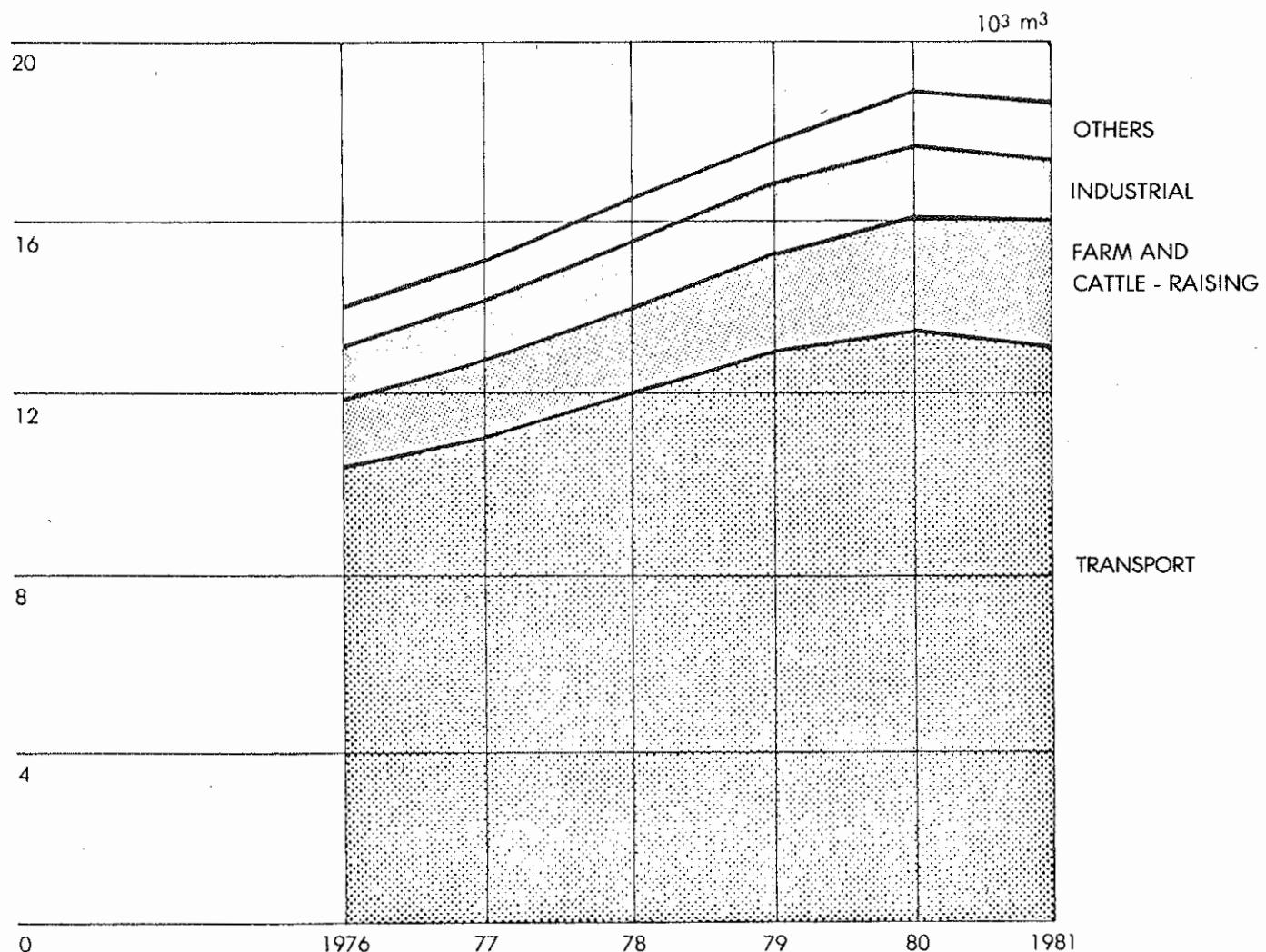
Concerning energy conservation, our country has held its total consumption of oil and alternative sources practically steady, although Brazil has registered a growth of 14% in its GDP between 1978 and 1982.

Consumption, which was 1,130,000 barrels per day in 1979, will be about 1,146,000 barrels of oil equivalent per day in 1980. New and renewable energy sources will account for about 10%. Figures 2, 3 and 4 show the stability (and even reduction) of the consumption of the major oil products from 1976 to 1981.

Concerning the growth of domestic oil production, on 2-XII-82 Brazil was producing 310,000 barrels per day, which means that domestic oil production had doubled over a period of four years. This production represents a savings of US\$ 10 million per day, besides a reduction in external oil dependence, that is, 82% in 1979 versus 68% in 1982.

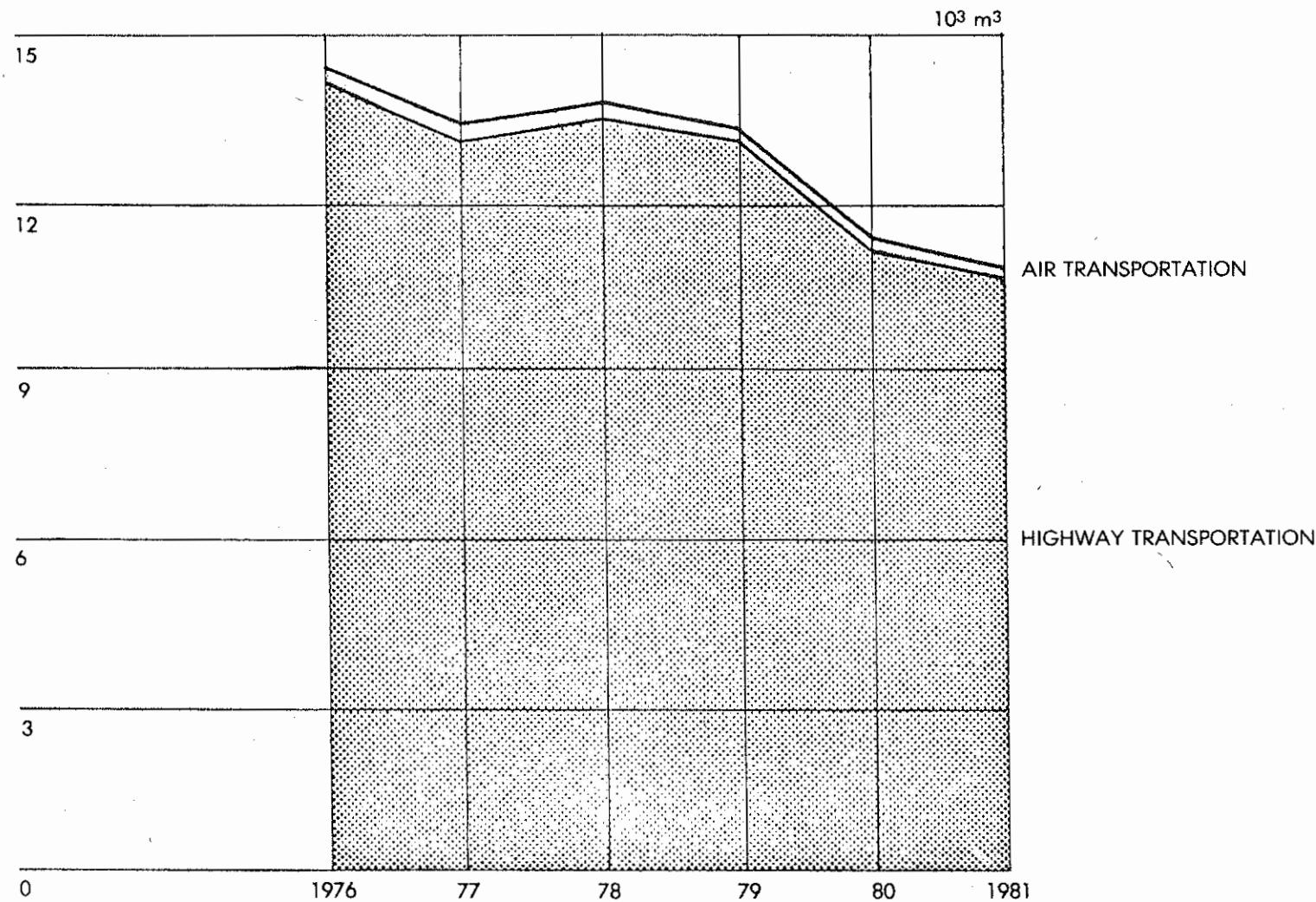


FIGURE 2
BRAZIL
DIESEL OIL - SECTORIAL EVOLUTION
OF TOTAL CONSUMPTION



SOURCE: National Energy Balance, 1982.

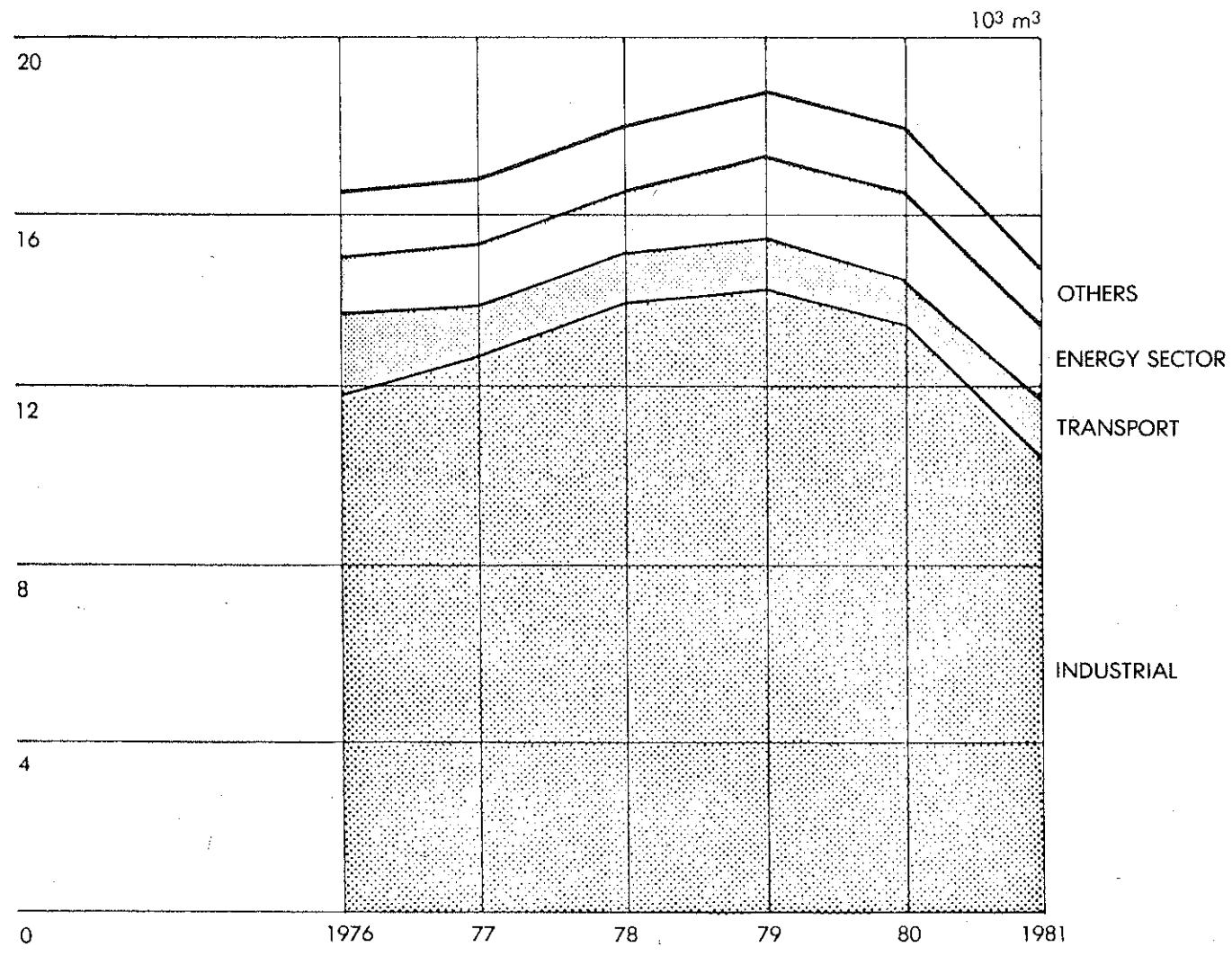
FIGURE 3
BRAZIL
GASOLINE - SECTORIAL EVOLUTION
OF TOTAL CONSUMPTION



SOURCE: National Energy Balance, 1982

FIGURE 4

BRAZIL
FUEL OIL - SECTORIAL EVOLUTION
OF TOTAL CONSUMPTION



SOURCE: National Energy Balance, 1982

These results are more significant if we consider that in the same period oil reserves increased from 198 million m³, which represents a growth of 18% in measured reserves during a period of two years.

Now we will continue commenting on those new and renewable sources which compose the Brazilian Energy Model.

4.2 ALCOHOL

Alcohol was chosen as an alternative automotive fuel because Brazil already had a tradition in the growing of sugar cane (the most extensive raw material in the program) and in its transformation into sugar and alcohol. Moreover, experiments on the use of alcohol in Otto engines began to be made in the 30's and 40's and even the addition of anhydrous alcohol to gasoline was a common practice in Brazil.

4.2.1 Objectives of PROALCOOL

On November 14, 1975, the Federal Government created the PROALCOOL - Programa Nacional do Alcool (National Alcohol Program), which, in addition to the major objective of reducing imports of crude, also had as goals:

- Expansion of the national agricultural frontier, through the incorporation of non-cultivated lands into the production process;
- Increase of orders to domestic industry for the equipment to be used on the projects of expansion and implementation of distilleries;
- Improvement of the environmental conditions in the large urban centers, due to the lower grade of pollution caused by the use of fuel alcohol;

- Increase of domestic income through the utilization of production factors which are idle or in disguised application, mainly land and labor force;
- Reduction of disparities among regional incomes. Even those regions of low income offer the minimum conditions for the production of raw materials, mainly in terms of cassava, in volumes adequate for the production of alcohol.

4.2.2 Goals of PROALCOOL

During its first phase (from 1975 to 1979), PROALCOOL had as its goal the production of 3 billion liters of alcohol, to be achieved by 1983. This proposed volume should permit an addition of up to 20% of alcohol to the gasoline consumed in Brazil. In this phase emphasis was given to anhydrous alcohol (99.80... proof), which is suitable for mixture with gasoline.

In 1979 a new goal was established for PROALCOOL, that is, a production of 10.7 billion liters of alcohol in 1985. This volume corresponds to the growth of consumption foreseen for gasoline in the same period and is distributed as follows:

- 3.1 billions liters of anhydrous alcohol for addition to gasoline (at a percentage of 20%) for approximately 7,300,000 vehicles, without any modification or engine timing;
- 6.1 billion liters of hydrated alcohol allocated for 1.7 million vehicles run exclusively on alcohol. According to the forecasts, 1,225 million of this total would be new vehicles and 475,000 would have their engines converted to alcohol;
- 1.5 billion liters of alcohol for alcohol-based chemistry.



4.2.3 Use of the land

The achievement of the above-mentioned 10.7 billion liters of alcohol will require a total crop area of about 4.5 million ha. which represent only 3.6% of the area fit for temporary or permanent farming, evaluated at 123 million by the Ministry of Agriculture.

This low percentage of farmland use shows that there is no possibility of threatening food production. Moreover, two technologies of farming of Leguminosae (beans, peanuts, soybeans, etc.) have been widely used in the same soil utilized for sugar cane plantations.

The first one, called "consortium", permits Leguminosae farming among the rows of sugar cane. The other, called "rotation", is based on the farming of Leguminosae during the rainy season, when sugar cane farming is inactive. It permits soil improvement due to the nitrogen fixed by the Leguminosae roots.

4.2.4 Agricultural and Industrial Technology

Alcohol production is totally based on the national technology available to the sector, which has been aggregated to a series of improvements introduced after the new focus given to the product.

Alcohol from raw materials other than sugar cane, mainly cassava, was not produced on a commercial scale in Brazil.

The Federal Government, through research institutions which are linked to it, made a major effort to develop a feasible technological system not only from the technological point of view but also the economic one. Thus, the technological "solution"

for the production of alcohol from cassava is already settled. The technological aspects of the utilization of saccharine sorghum in the production of alcohol are also decided, since it is processed in the same way sugar cane is. Regarding timber, a demonstration unit, which will be based on the technology developed in Brazil and in other countries, is being installed. This unit should begin to operate in 1983, with a production of 30,000 liters/day of ethanol from timber.

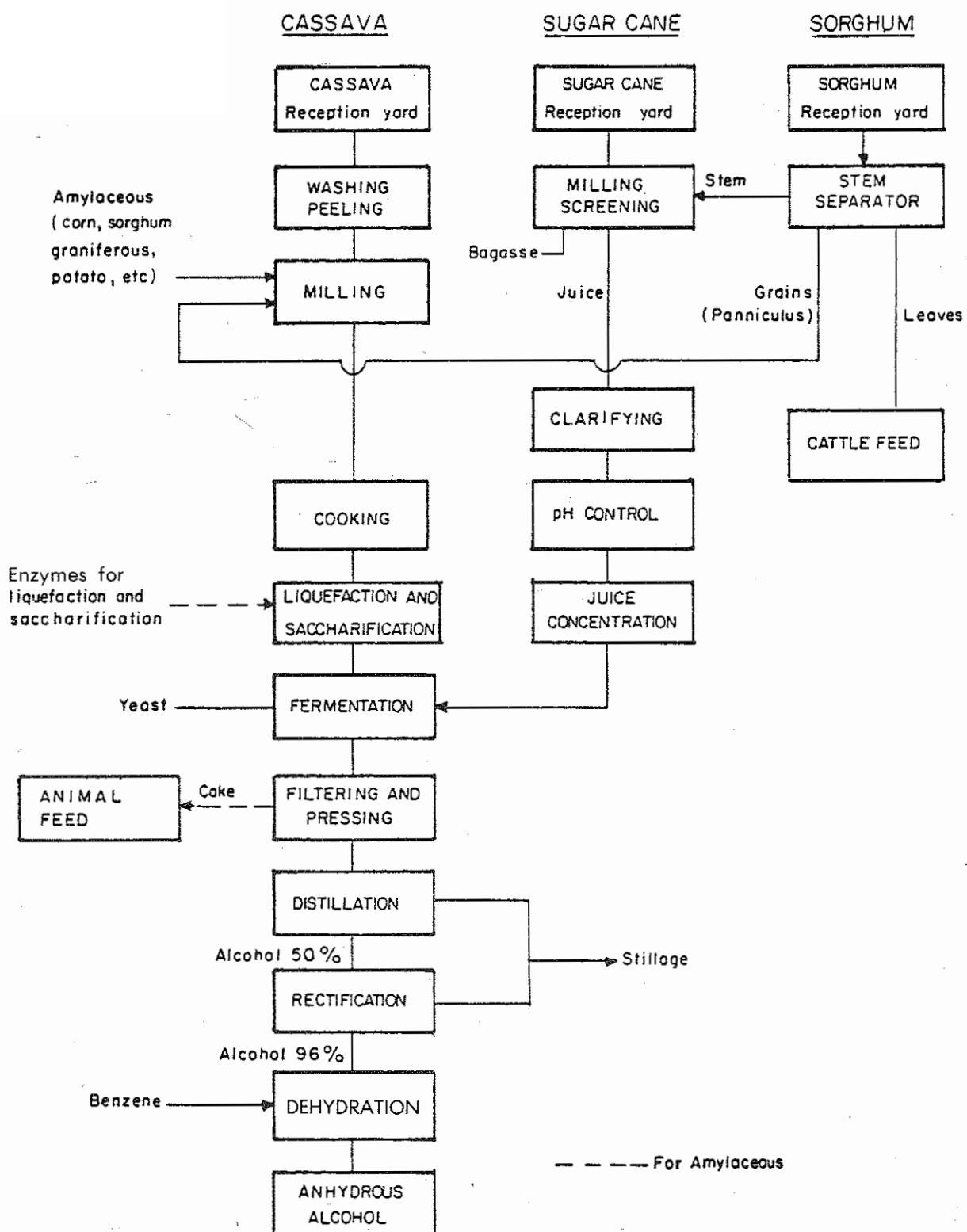
Alcohol from sugar can be made in two types of industrial units: in distilleries integrated with sugar mills or in autonomous ones. In the former, alcohol is produced basically from molasses, a by-product of sugar production, although in many of them the juice is also processed in order to improve the production of alcohol. The autonomous units only produce alcohol from juice. All distilleries of alcohol dealing with raw materials other than sugar cane are autonomous. Figure 5 shows the flow of alcohol production from sugar cane, cassava and sorghum.

The period of production of the alcohol distilleries is determined by yield of the respective raw material used. As regards sugar cane, this period averages 6 months, with the possibility of being extended through the use of irrigation during sugar cane farming (in those regions where this method is recommended) or through the associated use of saccharine sorghum.

Alcohol production from cassava can require a longer period (generally of 10 months), which can be interrupted during the periods with high incidence of rain, when uprooting becomes extremely difficult. The utilization of dried cassava chips during this period can contribute to extending the lifetime of these units.

FIGURE 5

PRODUCTION OF ALCOHOL FROM CASSAVA,
SUGAR CANE AND SORGHUM



All the alcohol projects must first define the use to be made of the stillage, a by-product of alcohol production, which, due to its high index of BOD (Biological Oxygen Demand), cannot be thrown into the rivers. Nowadays, stillage is used mainly as fertilizer in the sugar crop itself.

4.2.5 Location

The location of alcohol enterprises which are part of PROALCOOL is not subject to rigid restrictions. Nevertheless, some criteria should be observed when the location is chosen.

First of all, as these units process agricultural raw materials which are perishable, the agricultural aptness of the region must be taken into consideration. The majority of Brazilian states have maps of agricultural suitability for the main crops, among them those considered energy-producing. This information helps the definition of the macrolocation of the undertakings. Micro-location requires more detailed studies.

The alcohol projects must prove that the energy crops will not cause displacement of food crops. Otherwise, they will not be approved by PROALCOOL.

Alcohol distilleries, due to the characteristics of the raw materials which they use, are located in general in rural areas, not far away from the urban centers. Nevertheless, the choice of their location should take into account other aspects, besides those mentioned:

- Proximity to consumption centers;
- Easy access to production flow;

- Availability of water;
- Possibility of using stillage.

4.2.6 Production Capacity

The CENAL - Comissão Executiva Nacional do Álcool (National Executive Alcohol Commission) classified the distilleries of alcohol according to the installed production capacity, that is:

- Microdistilleries - up to 5,000 liters/day;
- Minidistilleries - from 5,000 to 30,000 liters/day;
- Macrodistilleries - over 30,000 liters/day.

The majority of alcohol units which have been installed in Brazil are macrodistilleries (the installed capacity of 120,000 liters/day predominates). These units have good technology and economic-financial viability, both perfectly fit for the project.

Microdistilleries, whose production should be destined basically to farm consumption, are being commercially tested. There is no conclusive information yet on their technical and economic viability. The technical concept in these units is simpler than in the bigger ones in order to work out the "diseconomy" of scale caused by the reduction of installed capacity.

Minidistilleries have a concept which is similar to that of macrodistilleries, and their goal is the regional supply of hydrated alcohol. These units are now having their technical and economic viability tested, but it is widely known that they are the best option for the regions which do not have

a tradition in processing and farming energy feedstock.

4.2.7 Job Policy

The programs for generation of alternative energy which are being implemented in Brazil, such as PROALCOOL, demand a great deal of manpower, mainly for the agricultural sector. This generation of jobs is still more important when we consider that it is concentrated in the rural areas, away from the large urban centers.

The alcohol enterprises in the farmlands offer their employees a good standard of living, in which health, housing, education and leisure are included.

The labor force is trained through specialized centers linked to the universities or to trade unions of the industrial sector, that is, SENAI - Servicio Nacional de Aprendizagem Industrial (National Service of Industrial Apprenticeship) and SESI - Servicio Social da Industria (Industrial Social Service). Nevertheless, the majority of efforts to train laborers to work in the alcohol sector are made directly by the businesses themselves.

Accomplishment of the production goal (10.7 billion liters of alcohol by 1985) will correspond to the generation of 409,000 jobs: 336,000 (or 82%) in the agricultural sector and 73,000 in industry.

4.2.8 Pricing Policy

Among the policies of the PROALCOOL, it is very important to point out the existence of a limit on the sale price to the consumer of hydrated fuel alcohol in relation to the price of gasoline. Nowadays, according to governmental decisions, the price of

alcohol cannot exceed 59% of the price paid by the consumer for automotive gasoline. At present, this relation is of US\$ 0.39 and US\$ 0.67 (*) for the liter of alcohol and gasoline, respectively. In terms of consumers, there is no price incentive for the anhydrous alcohol mixed with gasoline. Its sale price to the consumer is the same as gasoline's and is the same all over the country.

The prices paid to producers are determined in accordance with the prices of sugar; the current price for 38 liters of 100° proof alcohol is the same as for one 60-lb. bag of sugar for a cost of US\$ 0.37 and US\$ 0.35 (*) per liter of anhydrous and hydrated, respectively. The price of sugar is fixed according to the cost of sugar cane production and processing.

Table 15 shows the costs of production of alcohol in relation to the international cost of gasoline.

TABLE 15

ALCOHOL - COMPARATIVE COSTS (December 1982)

Anhydrous alcohol	From US\$ 38 to US\$ 41 per barrel
Hydrated alcohol	From US\$ 45 to US\$ 51 per barrel
Automotive gasoline	US\$ 42 per barrel

SOURCE: Secretariat of Industrial Technology, Ministry of Industry and Trade.

(*) US\$ = CR\$ 250,00



4.2.9 PROALCOOL - Present Situation

Up to this moment, 385 proposals for installation of alcohol distilleries have already been approved by PROALCOOL. When these units operate at their maximum capacity, they will add about 7.6 billion liters of alcohol per year to the installed capacity existing before the Program. In 1983 CENAL expects to authorize new projects which will be responsible for over 800 million liters of alcohol per year.

Among these 385 projects, 175 are integrated distilleries and 210 are autonomous distilleries (197 of sugar cane, 11 of cassava, 1 of saccharine sorghum and 1 of babassu).

Of Brazil's 23 states, only one does not have an approved alcohol distillery project. In spite of this apparent dispersion, projects are concentrated in the states which have tradition in sugar production, such as Sao Paulo (153), Pernambuco (34) and Alagoas (29), which are together responsible for 52% of the total capacity approved in the country up to this moment.

Taking into consideration the installed alcohol production capacity before PROALCOOL, evaluated at 900 million liters, and the capacity of those projects which are already part of the program, one can say that 81% of the production initially proposed (10.7 billion liters) is guaranteed.

The cumulative investment of resources from PROALCOOL until the end of 1982 reached US\$ 3.5 billion. The distribution of these resources from 1976 to 1983 is shown in Figure 6. For 1983, investments are forecast at US\$ 715 million.

Figure 7 presents the evolution of the Brazilian production of alcohol.

The production value of the alcohol made in this harvest is evaluated at US\$ 1.8 billion and will represent a supply of 78,000 barrels of oil equivalent (about 1/4 of the Brazilian production of oil). Taking into consideration the international prices of gasoline, this production represents a savings in foreign exchange of US\$ 1.23 billion, in just one season.

That production will guarantee the supply for about 600,000 alcohol-powered vehicles sold by 1982 and for 8 million vehicles which will use gasoline with 20% of alcohol. By 1983 approximately 360 thousand alcohol-powered vehicles are expected to be sold, corresponding to around 50% of the Brazilian production in that year. Figure 8 elucidates these data. About 2,000 alcohol retailer stations, which are already in operation, will supply these vehicles.

The alcohol-based chemical plants already in operation will use around 324 million liters of alcohol in the present season. Nowadays the alcohol industry directly employs around 234,000 workers: 39,000 in the industrial sector and 195,000 in agriculture. This season's alcohol industry revenues will reach US\$ 1.5 billion and value-added sales tax US\$ 216 million. Wages paid to rural workers are evaluated at US\$ 400 million, and those paid to industrial workers at around US\$ 220 million. (*)

4.3 CHARCOAL AND FIREWOOD

4.3.1 Fundamentals

Charcoal has been used by industry in Brazil since 1976 and was the basis of the whole Brazilian pig iron and steel production up to 1946. In this year the first steel plant based on coal started production at Volta Redonda.

(*) US\$ 1.00 = CR\$ 250,00

FIGURE 6
BRAZIL
**RESOURCES INVESTED IN
PROALCOOL FINANCE**

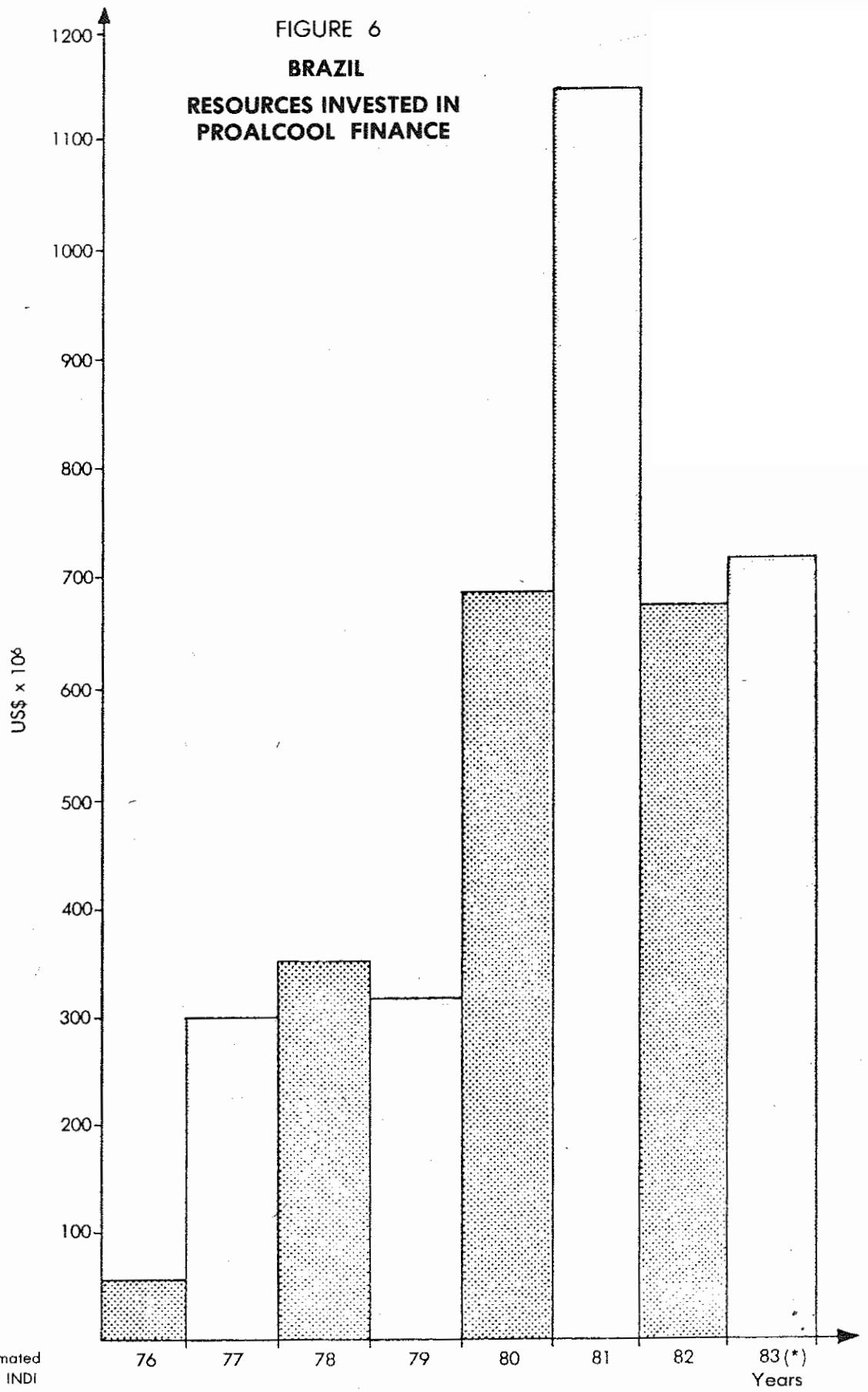
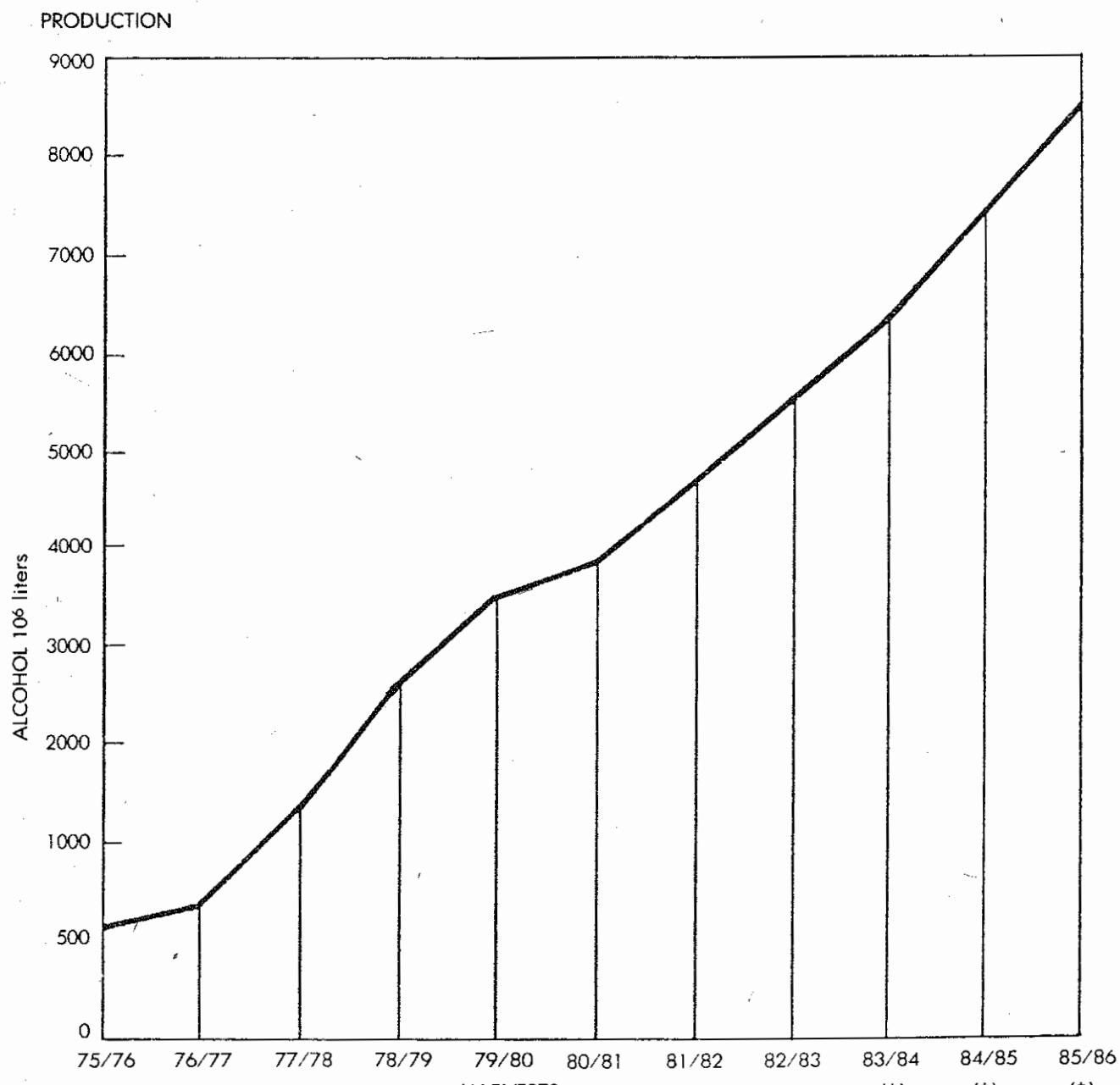


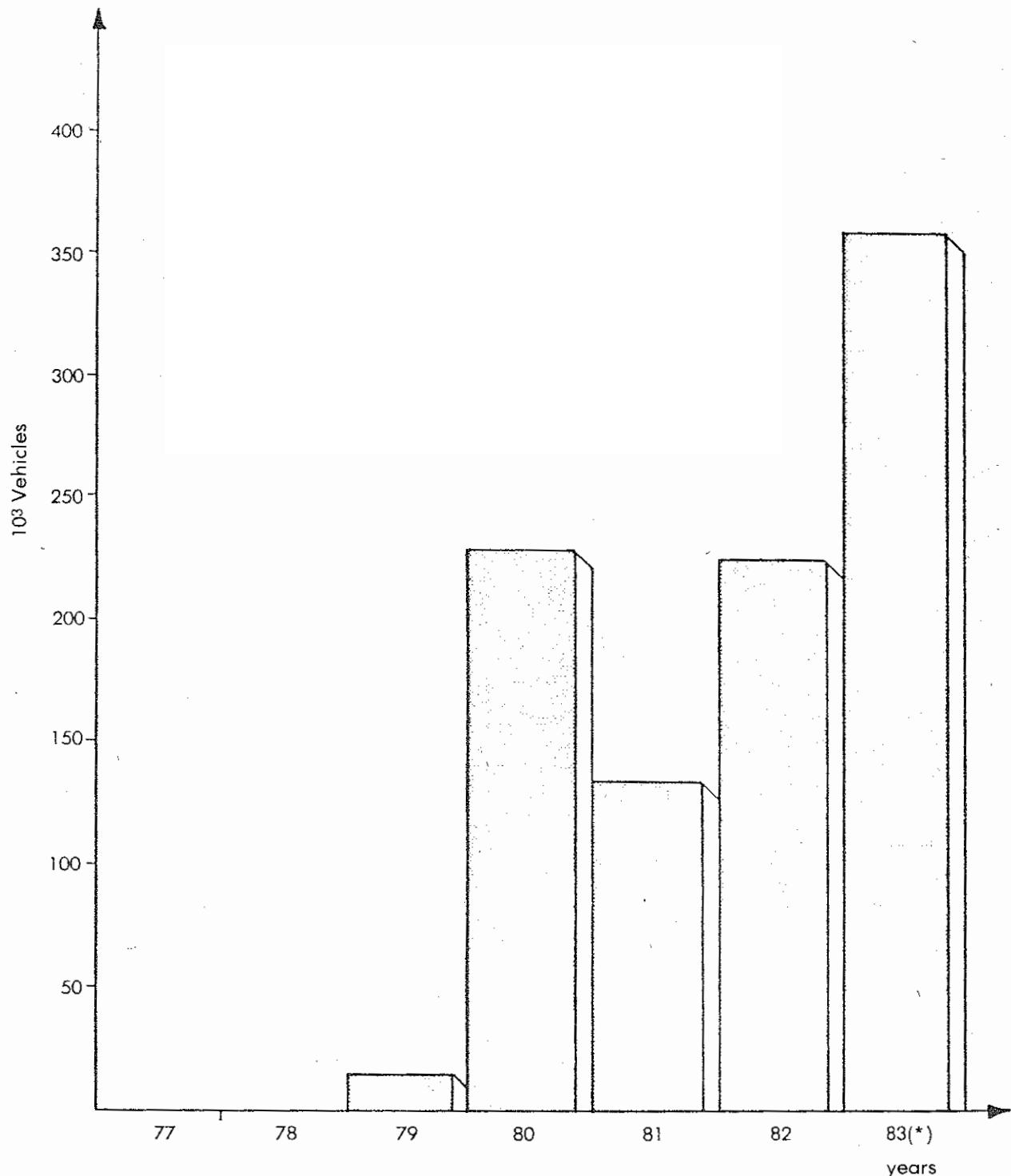
FIGURE 7
BRAZILIAN ALCOHOL PRODUCTION



(*) Estimated

SOURCE: MIC/IAA

FIGURE 8
BRAZIL
SALES OF 100% ALCOHOL VEHICLES



(*) Estimated

SOURCE: INDI

NOTE: Includes vehicles sold to Paraguay, USA, Haiti, Australia, Venezuela and other countries.

TABLE 16
BRAZIL
CHARCOAL PRODUCTION

(1,000 TON)

COUNTRY	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Argentina	296	307	325	498	329	371
Brazil	4,606	4,137	4,072	4,068	4,732	5,549
Costa Rica	12	12	13	13	13	14
Chile	3,713	3,711	3,743	3,885	NA	NA
Grenada						0,3
Haiti	302	317	334	352	371	391
Honduras	8	8	8	8	8	8
Jamaica			13	13	13	13
Nicaragua	17	17	18	18	17	18
Panama	1	1	1	1	1	NA
Peru	178	172	174	177	178	180
Dominican Republic	415	438	451	480	492	572
Uruguay	1	1	1	1	1	2
Venezuela		3	NA	3	3	NA

SOURCE: Energy Statistics for Latin America, OLADE
 NA - Not available

The Brazilian production of charcoal in 1980 reached 5.5 million metric tons (22.5 million cubic meters) and was consumed mainly within the State of Minas Gerais. Detail showing this production in comparison with that of other countries in Latin America are shown in Table 16.

In 1980, based on this source of energy, Brazil produced 4.9 million tons of pig iron, which represents 40% of the whole Brazilian production; 3.1 million tons of steel, representing 20% of the Brazilian total; 870,000 tons of foundry pig iron; and 518,000 tons of iron alloys, representing 94% of the whole Brazilian production.

In 1981, the charcoal-based iron and steel industry produced revenues of US\$ 304.2 million via exports of pig iron and iron alloys plus it saved US\$ 165 million because of the domestic output of the coal necessary for the production of equal quantities of pig iron and iron alloy.

In the State of Minas Gerais, the production of charcoal reaches 5 million metric tons per year (20 million cubic meters/day) representing annual revenues of US\$ 180 million. This represents 90% of the Brazilian production of charcoal, or 60% of domestic production of pig iron. Charcoal and firewood represent 31% of the total energy supply, as shown in Table 17.

TABLE 17
MINAS GERAIS - PRIMARY ENERGY SUPPLY
(1981)

Oil	35%
Hydroelectric power	25%
Charcoal	19%
Firewood	12%
Others	9%
TOTAL	100%

SOURCE: INDI.

4.3.2 Objectives of the Program of Energy Forests

Based on the experience already existing in the utilization of charcoal in iron and steel, the Brazilian Government has tried to encourage the industrial use of biomass (firewood and charcoal) as a substitute for fuel oil. Taking into account the average productivity of well-oriented forestations (around seventy ha/year), and the efficiency of thermal conversion (around 70%), one can deduct that each ha of forest is equivalent to 45×10^6 kcal/ha/year, or around BOE/ha/year.

The goal for 1985 is the substitution for 29% of the fuel oil demand (around 120,000 BOE/day) by firewood and charcoal.

In order to attain this goal, it is imperative to expand the supply of forest raw materials, without threatening the supply of wood for traditional uses.

Thus, the Government has drawn up the "National Program of Energy Forests", which covers both native forests and the expansion of forested areas.

Under this program the necessity of reforestation in 1981 was evaluated at 3,000,000 ha, with an annual increase of 100,000 ha for the next five years, making a total of 2,400,000 ha for the 1981-1986 period.

The cost of this program for the period 1981 - 1998 was estimated at US\$ 2 billion, of which 92% refers to forestation expenses, the remainder being for the construction of charcoal ovens and the exploitation of native forests. These goals forecast, up to the end of 1998, a cumulative production

of 497 million tons of wood, 348 million being sold as such and the remaining utilized in the production of 37 million tons of charcoal.

The strategy for obtaining these goals, according to the Guidelines for the Area of Agri-energy of the Brazilian Ministry of Agriculture, is as follows:

- Implantation of forests adjusted to the demand of fuel oil both regionally and sectorially and taking into account regional peculiarities not only in terms of soil and climate but also regarding agricultural structure;
- Promotion and rationalization of the use of forest refuse resulting from the expansion of the agricultural frontier;
- Selection of industrial consumers, among them iron and steel, ceramics, paper and pulp, foods and beverages, in accordance with present fuel oil demand and possible technological changes;
- Preference for location in Northeastern and Southeastern states (starting in Minas Gerais, São Paulo, Bahia and Pernambuco) because of their concentration of the above-mentioned industrial sectors which consume fuel oil.

4.3.3 Technological Development

The technology for the development of that program is already available in both reforestation and the production and use of firewood. Nevertheless, productivity rates are still not adequate, and the energy density of forests is very low.

Reforestation activity in Brazil has developed very fast since 1967, when the Government established a policy of fiscal incentives

for the sector. Thus, from an area of 340,000 ha in 1967, Brazil already had in 1981 around 4.5 million ha of new forests.

The technology for the production of charcoal, developed over almost one century, has also received major improvements in recent years. Thus, the traditional charcoal ovens have been modified to improve efficiency and recover coal tar, producing 330 kg of charcoal and 26 kg of tar per metric ton of dry wood. Besides this, research is being done in order to develop new technologies of pyrolysis and hydrolysis for maximum recovery of by-products.

In order to supply non-traditional equipment consuming wood and charcoal, a large number of potential users, together with equipment suppliers and public offices, have been working on technological research, including:

- Gasification of wood and charcoal;
- Direct combustion of sawdust;
- Production and combustion of charcoal;
- Production of charcoal pellets and briquettes;
- Production and combustion of charcoal/fuel oil mixtures;
- Mixture of charcoal and iron ore for production of iron ore pellets.

All these technologies have already been tested and work commercially in many industries of different sectors, not only for the production of hot air, but also for steam generation.

4.3.4 Commercial Aspects

Being an exclusive activity of the private sector involving large and small producers,

and because there is no governmental control over their prices, firewood and charcoal have no definite pricing policy. Prices vary in accordance with the demand from steel-makers.

Moreover, due to the high costs of transportation from the forests to consumer markets, the selling prices of firewood and charcoal vary greatly from place to place.

Nowadays, selling prices of charcoal in Minas Gerais vary between 9 and 14 dollars per cubic meter (36 to 56 dollars per ton).

For firewood, the selling price of wood with 25% humidity is around US\$ 9 per "stereo" (piled m³) (FOB - shipment point near the forest).

4.4 HYDROELECTRIC POWER

4.4.1 Fundamentals

During the last 25 years, hydroelectric power has been one of the most important sources of energy in Brazil. Figure 1 shows that its participation has changed from 18% in 1971 to 27% in 1981.

Output grew during this period at an average geometric rate of 9.2%, surpassed only by coal and sugar cane.

The production of electric power in the country reached 140,588 GWh in 1981, for a demand of 124,393 GWh. Such production is based mostly on hydroenergy, the portion of thermoelectric generation based on coal and oil being very small.

The demand for electric power is basically industrial, and reached 68,506 GWh in 1981 (55%). Figure 9 shows the evolution of electric power consumption in recent years; the increasing participation of the industrial sector is clear.

4.4.2 Goals for Hydroenergy

In spite of this excellent situation, the Brazilian Energy Model dedicated special attention to electric power as a substitute for other forms of energy, such as:

- 1- In substitution for diesel generation, mostly for auto producers, by electric power from the hydro network;
- 2 - In mass transportation such as trolley buses, subways or suburban railways;
- 3 - In the railways, mainly in the combined long-distance, large-load sections or in sections with high load density;
- 4 - In process heat generation through substitution for fuel oil or diesel by hydroelectric power;
- 5 - In the substitution for power generation based on fuel oil by that based on coal.

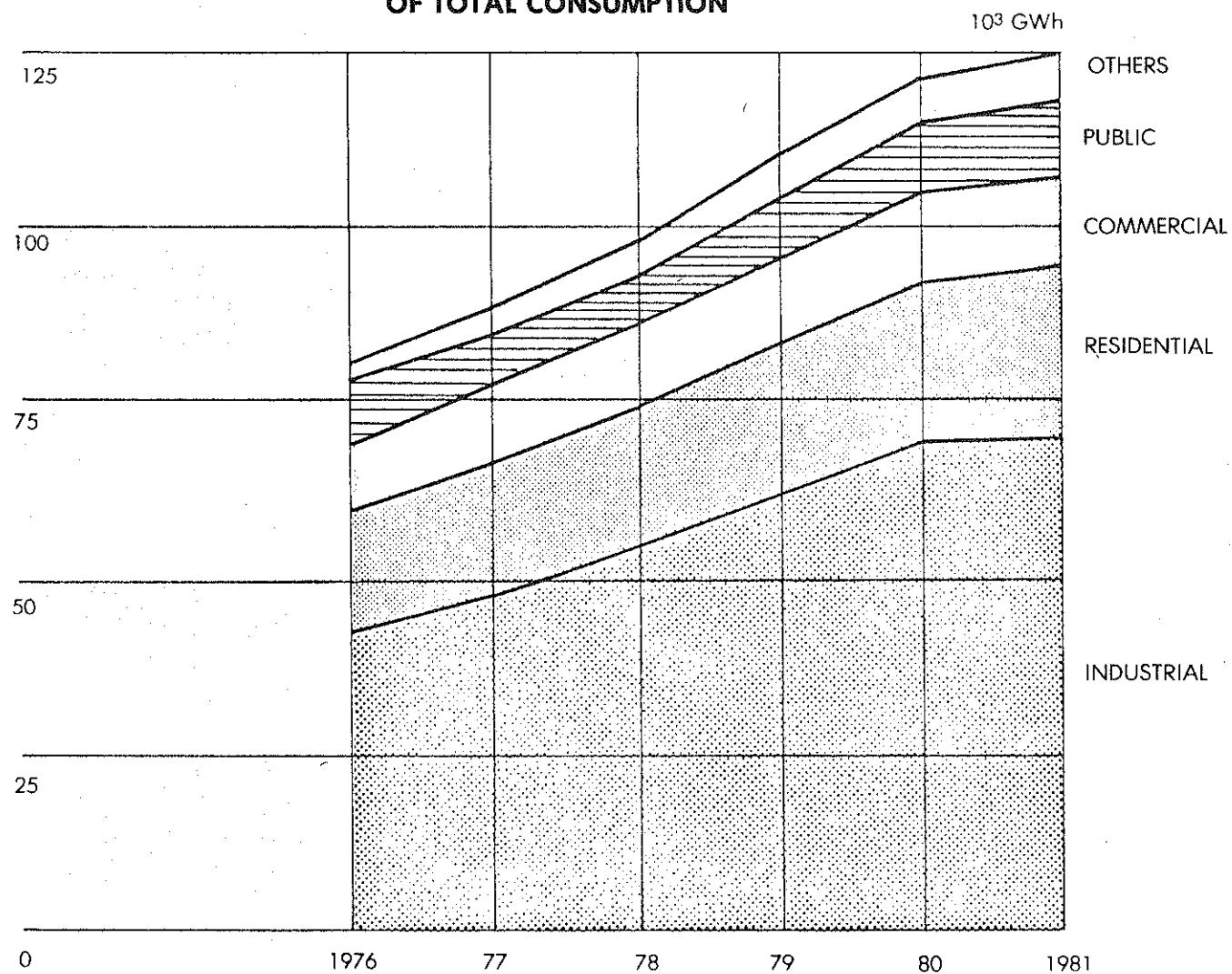
The first three cases refer to substitution for diesel, which will require 3,362 GWh (384 average MW), corresponding to 20,000 BOE/day in 1985.

In the fourth case - heat process - in spite of the fact that electric power in many situations is not competitive with other energy sources, it becomes an attractive option because of its technical, operative, ecological, and safety conditions. The necessity of hydro generation for this case has been estimated at 6,724 (768 average MW), corresponding to 40,000 BOE/day in 1985.

The last case, coal-based thermal generation, will require 6,000,000 metric tons of coal, which corresponds to 36,430 BOE/day already included in the goals for Brazilian coal (110,000 BOE/day) for 1985.



FIGURE 9
BRAZIL
ELECTRICITY - SECTORIAL EVOLUTION
OF TOTAL CONSUMPTION



SOURCE: National Energy Balance 1982, Ministry of Mines
and Energy.

Moreover, the Model took into account the necessity of increasing the use of the country's hydroenergy potential, estimated at around 213,000 MW, of which only 11.3% had been explored up to 1979.

To do this, Brazil could apply its vast experience not only in aspects related to planning, design and construction of hydro plants, but also in the supply of mechanical, electrical and electronic equipment for the generation, transmission and distribution of electric power. This experience ranges from small plants to large hydroelectric complexes with over 1,000 MW of installed capacity, from rural distribution lines up to intricate transmission networks operating at over 500 KV.

4.4.3 Strategies

The total development of Brazil's entire hydroelectric potential is a very difficult target, both technically and economically, because of the ever-increasing distances between the undeveloped hydro resources and the main load centers.

For this reason, the strategies for the exploitation of the hydro potential should envisage:

- To give priority to hydroelectric generation whenever there are technical and economic conditions suitable for this renewable, local, clean and non-polluting energy source, which is based on a domestic and self-sufficient technology;
- To balance the advantages of existing knowledge about transmission lines (which allow the transfer of large amounts of energy from the Amazon to the Northeast and Southeast), with the possibilities of making local use of the Amazon's hydro potential, through the installation of

industrial centers (aluminum plants, mining, etc.) in the region;

- To utilize - taking into consideration the economic characteristics and technical evolution of axial-flow turbines (bulbo) - the SHPS sites for local and regional supply, mostly in the Amazon area;
- To consider the use of reversible plants for the supply of peak loads within regional networks, mostly in the Southeast;
- To reactivate, whenever possible, the hydroplants which have been shut down, and try to optimize medium and large ones via the installation of additional generation units or via complementary reservoirs;
- To allow the development of small and medium hydroplants by private (mostly industrial) users, which will have the right to supply nearby towns with the excess energy. Any local utility would have to buy the surplus power;
- To keep active the crews with experience in the design, construction, production and assembly of equipment which will be required for the future construction of small, medium and large hydroplants to be built at an increasing rate in the near future;
- To intensify the inventory of the hydro potential, in order to reduce the time for its completion;
- To secure the goal of 50 million kW of installed capacity by 1985;
- To interconnect the Northeast and Southeast electrical networks through adequate transmission systems, in order to optimize

the use of water reservoirs and make better use of the seasonal variations in rainfall.

4.4.4 Small Hydro Power Stations (SHPS)

The development of SHPS presents a lower cost-benefit ratio than do the big plants, with an average cost of between US\$ 1.3 x 10³ per installed kW.

Nevertheless, they offer many other advantages to be considered in each case, such as:

- They can be built near the market, dispensing with most of the expenditures in heavy transmission lines, substations and telecommunication systems, which should not be overlooked in the final cost of energy;
- They require smaller reservoirs, causing less damage to potential agricultural areas;
- They require shorter periods for site location, design and construction, and allow faster response to power requirements;
- They make use of less sophisticated electrical and mainly mechanical equipment, which can be manufactured at local, less complex factories.

Besides these, they offer, as an additional benefit, the possibility of being built and operated directly by the consumer. For this reason, ELETROBAS - Centrais Electricas Brasileiras, the holding company of Brazil's electrical utilities, produced a "Small Hydroelectric Plants Manual" (Manual de Pequenas Centrais Hidrelectricas) as a technical guide for prospective users. This Manual is a consolidation of existing SHPS

technology, allowing the study, design, construction and operation of these plants based on economical patterns.

A recent inventory, done for the State of Sao Paulo only, identified 80 sites adequate for small-size dams (but over 1 - MW capacity), with a total installed capacity of 442 MW (288 firm MW). Part of these, in a total of 23 sites, can receive small plants with costs under US\$ 1.3 per KW, yielding a 179 - MW installed capacity.

4.4.5 Commercial Aspects related to Electricity

In recent years, to take advantage of the availability of power resulting from a small decrease in industrial demand, the Government decided to encourage even more the substitution of oil products by hydro-electricity.

Tariff incentives were given to a number of industrial consumers such as the irrigation projects (traditional consumers of diesel oil) and to the industries which manufacture goods with high energy content for export. In these cases, the tariff may be reduced to a value as low as 1/6 of their normal value.

Besides that, taking into consideration that almost 100% of Brazil's electricity is generated from hydro sources, the government decided to make greater use of the installed capacity, through reduced tariffs for interruptible supplies.

These supplies are provided on the basis of specific contracts with the local utility and depend on the availability of energy at the interconnected networks, mainly during the dry seasons. Based on this, two special tariffs are in force for the period up to 1986, as shown in Figure 10.

The first one is the Energia Sazonal Nao

ENERGY

FIGURE 10
BRAZIL - ELECTRIC POWER

SALES UP TO 1979

8760 HOURS

■ Firm energy for each type of demand (no flexibility)

ENERGY

SALES 1980-1981

2220 HOURS

8760 HOURS

■ Firm energy for each type of demand

■ Non-guaranteed seasonal energy

ENERGY

SALES 1981-1986

2220 HOURS

6000

8760 HOURS

■ Firm energy

■ Energy guaranteed for a given time

■ Non-guaranteed

seasonal energy

SOURCE: Agency for Electric Power Applications (Eletropaulo)



Garantida-ESNG (Non-Guaranteed Seasonal Energy), which can be used for a maximum of 2,220 hours in each hydrological year.

The other is Energia Garantida por Tempo Determinado - EGTG (Guaranteed Energy for a Given Period), which can be used for periods up to 3,000 or 6,000 hours, depending on the requirements of the consumer.

These incentives aim at increasing the level of substitution for oil products in the following industrial sectors:

- Fertilizers
- Textiles
- Leather
- Beverages
- Bakery
- Dairy
- Plastics
- Basic iron and steel
- Iron and steel foundry
- Non-ferrous foundry
- Primary production of non-ferrous metals
- Heat treatment
- Surface treatment

The industries making use of these tariffs number over two hundred, representing substitution for around 15,000 barrels of oil equivalent per day, with chances for reaching 35,000 BOE/day at the end of 1983.

4.5 ENERGY TRANSITION

The goals forecast in the Brazilian Energy Model for the oil supply in 1985 (Table 18) will be totally reached.

The action programs described in this study show effective progress and also that this Model has effective possibilities for success, not only in the execution of the proposed goals but mainly in the attainment of these objectives according to the premises of energy self-sufficiency with technological autonomy.

Thus, the Brazilian dependence on foreign oil would be 15% in 1985 (it was 42% in 1979). The domestic energy matrix will be satisfied by national sources.

Even with regard to oil, the forecasts of Minister Cesar Cals for 1983 are the best possible, since in a period of just four years Brazil will have its demand of imported oil reduced 50% over 1979 levels. Table 18 shows these estimates, which are compared with the forecasts of the Brazilian Energy Model for 1985.

5. CONCLUSIONS

It is obvious that the solutions for energy problems are closely tied to economic, social and physiographic conditions, and even the level of political development of each country.

Thus, it is beyond the scope of this paper to point out the kinds of energy sources most coherent with these factors in each Latin American country.

However, the apparent difficulty of finding regional or local solutions for energy dependence problems should not inhibit the efforts our countries must make in this field, or constitute a pretext for delays or limited measures in the indispensable programs for utilization of new and renewable energy sources.

TABLE 18

BRAZIL

OIL AND NATIONAL SUBSTITUTES - CONSUMPTION FORECASTS

(BOE/DAY)

SOURCE	1985	1983	1983/1985
Imported oil	500.000	570.000	
Oil and national gas	500.000	400.000	0,80
Fuel alcohol	170.000	78.000	0,46
Coal	110.000	33.000	0,30
Hydro energy	60.000	35.000	0,58
Firewood and charcoal	120.000	20.000	0,17
Others	40.000	10.000	0,25
TOTAL	1.500.000	1.146.000	0,76

SOURCE: INDI

The long time-frames needed for the maturation of these programs and the need, already detected by the Worl Bank, for developing countries to triple their supply of energy sources by the end of the century so as to fulfill their growth forecasts, also point toward the need for joint work towards optimizing the utilization of available human and financial resources.

According to the World Bank, between 1982 - 1990 some US\$ 14 million will be necessary for pre-feasibility studies alone, US\$ 9 million for hydroelectric power. The resources invested in alternative sources (except for hydro power) should reach US\$ 450 million annually.

The changes in the energy situation of Latin American countries have another important implication which we should emphasize in this seminar. The utilization of new and renewable energy sources implies changes in many traditional government habits and even those of people in their daily tasks at home. And it is even more important to change that old colonial habit of consulting exclusively Northern Hemisphere countries when facing economic and technological difficulties.

It is not a case of seeking confrontation with northern countries, but mainly of utilizing technological capabilities which the countries of the Southern Hemisphere have as much of as any others.

The intensive exploitation of new and renewable energy sources presents itself as an excellent opportunity for joint efforts by Latin American countries and between those of the Southern and Northern Hemispheres. All recognize the important contribution which these sources are able to offer towards solving global energy problems, taking into account the need to preserve oil reserves and other non-renewable energy sources.

Our country, through the dynamic administration of Minister Cesar Cals, is at the entire disposal of our friends of Latin America and Europe for closer collaboration and exchange of experience in this field.