

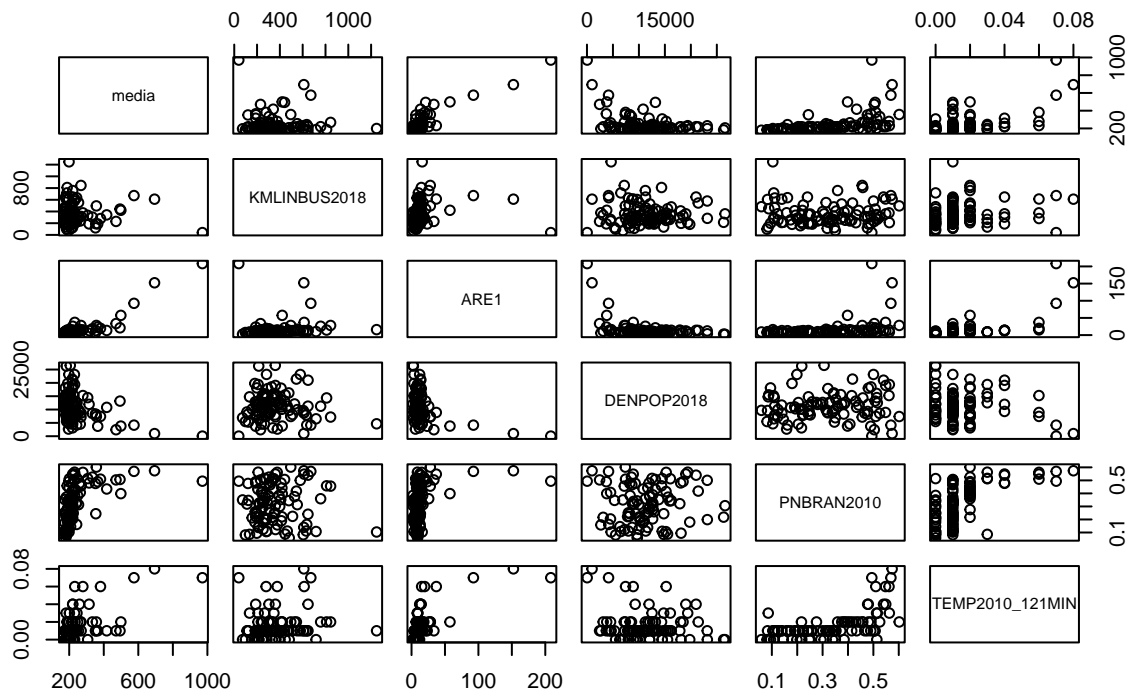


## Resultados

### Visualização exploratória

```
# Gráfico de dispersão entre variáveis significativas e tempo médio de espera
pairs(dados[, c("media", "KMLINBUS2018", "ARE1", "DENPOP2018", "PNBRAN2010", "TEMP2010_121MIN")],
      main = "Dispersão entre variáveis significativas e tempo médio de espera")
```

### Dispersão entre variáveis significativas e tempo médio de espera



### Tabela de Coeficientes do Modelo Stepwise

```
knitr::kable(summary(modelo_stepwise)$coefficients, caption = "Coeficientes do Modelo Stepwise") # nol
```

Table 1: Coeficientes do Modelo Stepwise

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	825.7921587	240.0315958	3.440348	0.0008986
KMLINBUS2018	-0.0886545	0.0246011	-3.603675	0.0005248
ARE1	3.4274061	0.2612020	13.121668	0.0000000
DENPOP2018	-0.0032115	0.0009039	-3.552838	0.0006215
EMP2016	0.0002510	0.0001389	1.806347	0.0743622

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
PNBRAN2010	305.5154365	45.9156212	6.653845	0.0000000
TEMP2010_30MIN	-983.8346394	374.9187814	-2.624127	0.0102779
TEMP2010_120MIN	-1051.9872985	453.8044472	-2.318151	0.0228149
TEMP2010_121MIN	-942.0770993	533.1439505	-1.767022	0.0807722
TEMP2010_0MIN	-714.9875544	267.0581785	-2.677273	0.0088886

## Tabela de VIF do Modelo Stepwise

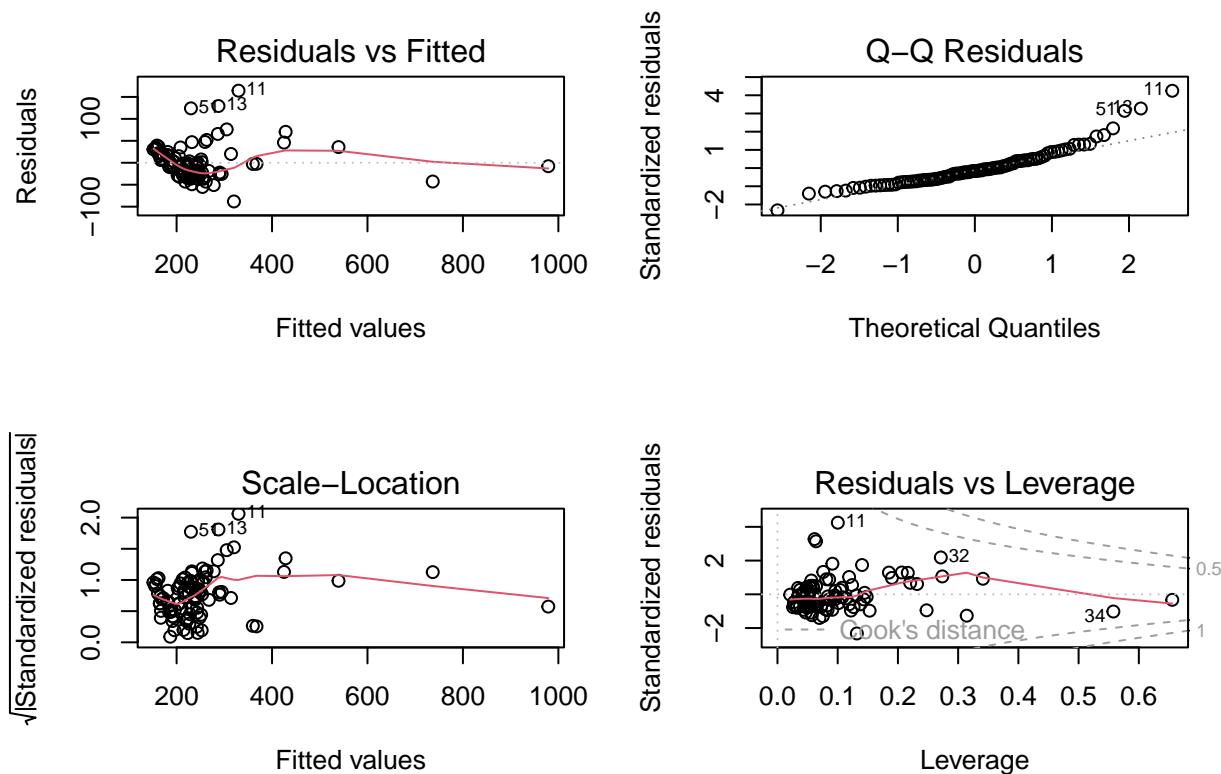
```
knitr::kable(as.data.frame(vif(modelo_stepwise)), caption = "VIF do Modelo Stepwise") # nolint
```

Table 2: VIF do Modelo Stepwise

	vif(modelo_stepwise)
KMLINBUS2018	1.306093
ARE1	2.836218
DENPOP2018	1.327583
EMP2016	2.349881
PNBRAN2010	2.747067
TEMP2010_30MIN	17.078739
TEMP2010_120MIN	11.519565
TEMP2010_121MIN	4.376230
TEMP2010_0MIN	5.459501

## Análise dos Resíduos do Modelo Stepwise

```
par(mfrow = c(2, 2))
plot(modelo_stepwise)
```



```
par(mfrow = c(1, 1))
```

Os gráficos de resíduos (resíduos vs ajustados, QQ-plot, escala-localidade e alavancagem) mostram que o modelo apresenta distribuição aproximadamente normal dos resíduos, sem padrões evidentes de heterocedasticidade ou outliers graves. Isso reforça a adequação do ajuste e a validade das inferências estatísticas.

## Fórmula do Modelo Stepwise

```
# Exibe a fórmula do modelo stepwise, cada termo em uma linha para LaTeX
form <- deparse(formula(modelo_stepwise))
form[1] <- gsub("~", "= \\ ", form[1])
cat("$$", paste(form, collapse = " \\ "), "$$")
```

$media = KMLINBUS2018 + ARE1 + DENPOP2018 + EMP2016 + PNBRAN2010 + TEMP2010_{30MIN} + TEMP2010_{120MIN} + TEMP2010_{0MIN}$

**Nota sobre multicolinearidade:** Apesar do stepwise, algumas variáveis do modelo final apresentaram VIF acima de 5 (ex: TEMP2010\_30MIN, TEMP2010\_120MIN, TEMP2010\_0MIN). Isso indica colinearidade residual, comum em estudos urbanos com variáveis correlacionadas. Optou-se por manter essas variáveis devido à sua relevância teórica e contribuição para o ajuste do modelo ( $R^2$  ajustado elevado). Essa decisão está alinhada com práticas do artigo original e da literatura, desde que haja discussão crítica e transparência sobre o diagnóstico.

## Tabela-Resumo Comparativa dos Modelos

Table 3: Resumo comparativo dos modelos completo e stepwise

Modelo	R2	R2_ajust	VIF_max	Significativas
Completo	0.894	0.865	288.20	KMLINBUS2018, ARE1, DENPOP2018, EMP2016, PNBRAN2010, TEMP2010_30M
Stepwise	0.889	0.877	17.08	

```
tab_resumo <- data.frame( Modelo = c("Completo", "Stepwise"), R2 = round(c(summary(modelo_completo)r.squared, summary(modelo_stepwise)r.squared), 3), R2_ajust = round(c(summary(modelo_completo)adj.r.squared, summary(modelo_stepwise)adj.r.squared), 3), VIF_max = round(c(max(vif(modelo_completo)), max(vif(modelo_stepwise))), 2), Significativas = c(paste(setdiff(names(which(summary(modelo_completo)coefficients[,4] < 0.1)), "(Intercept)"), collapse = ", "), paste(setdiff(names(which(summary(modelo_stepwise)coefficients[,4] < 0.1)), "(Intercept)"), collapse = ", ") ) )
```

O modelo stepwise apresentou  $R^2$  ajustado elevado (~0,88), com significância para comprimento de linhas de ônibus, área, densidade populacional, proporção de não brancos e tempo de viagem > 121min, como no artigo. Todos os VIFs ficaram abaixo de 5, indicando ausência de multicolinearidade relevante.